



CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TRABAJO PRÁCTICO

**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO  
SISTEMA DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA  
PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI  
EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI**

PRESENTA:  
**Ing. Gerardo Salazar Salazar**

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INFORMÁTICA Y  
TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES

COMITÉ TUTORIAL

**Tutor:** Dr. José Manuel Mora Tavarez  
**Co-Tutor:** MC. Luis Enrique Arámbula Miranda  
**Asesor:** MITC. Edgar Oswaldo Díaz

Aguascalientes, Ags, mayo 2020



M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **GERARDO SALAZAR SALAZAR** con ID 131651 quien realizo el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO SISTEMA DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI**, y con fundamento en el Artículo 175, Apastado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimir, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 4 de junio de 2020



Dr. José Manuel Mora Tavarez  
Tutor de trabajo práctico



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como Co-Tutor designado del estudiante **GERARDO SALAZAR SALAZAR** con ID 131651 quien realizo el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO SISTEMA DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI**, y con fundamento en el Artículo 175, Apastado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimir, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 4 de junio de 2020

MC. Luis Enrique Arámbula Miranda  
Co-Tutor de trabajo práctico



M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como Asesor designado del estudiante **GERARDO SALAZAR SALAZAR** con ID 131651 quien realizo el trabajo de tesis titulado: **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO SISTEMA DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI**, y con fundamento en el Artículo 175, Apastado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimir, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 4 de junio de 2020



MITC. Edgar Oswaldo Díaz  
Asesor de trabajo práctico



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 6/12/2020

NOMBRE: GERARDO SALAZAR SALAZAR ID 131651
PROGRAMA: MAESTRÍA EN INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES LGAC (del posgrado): LA INGENIERIA/ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS ORGANIZACIONALES USANDO SI/TI
TIPO DE TRABAJO: ( ) Tesis ( X ) Trabajo práctico
TITULO: DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO SISTEMAS DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI
IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): PROFESIONAL-GUBERNAMENTAL

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnologica o profesional según el área
SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI Cumpe con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
SI Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI Coincide con el título y objetivo registrado
SI Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
NO Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)

En caso de Tesis por artículos científicos publicados

- Aceptación o Publicación de los articulos según el nivel del programa
El estudiante es el primer autor
El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Si X
No

FIRMAS

Elaboró:

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

Dr. José Manuel Mora Tavarez

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:

MITC. Jorge Eduardo Macías Luévano

\* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Dra. Haydee Martínez Ruvalcaba

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

M. en C. Jorge Martín Alferez Chávez

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: .... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.
Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.
Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15
Actualización: 01
Emisión: 28/04/20



Aguascalientes, Ags. Junio 2020  
 ASUNTO: Carta Satisfacción Usuario

CONSEJO ACADÉMICO DEL PROGRAMA CONACYT-PNPC DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA Y  
 TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES (MITC)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

Estimados Integrantes del Consejo Académico del Posgrado CONACYT-PNP MITC.

Por medio de este conducto hago constar los siguientes hechos:

Que el MC(c) Gerardo Salazar Salazar [ID131651], quien cursó sus estudios de Posgrado en el programa CONACYT-PNPC MITC, desarrolló el trabajo práctico titulado “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA HERRAMIENTA-PROTOTIPO DE TIPO SISTEMA DE SOPORTE A TOMA DE DECISIONES (SSTD) PARA LA PLANEACIÓN ÁGIL DE NIVELES DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE TI EN DATA CENTER CENTRAL DE INEGI”, como requisito para su proceso de titulación en nuestra organización durante el período “Generación 2018-2019”, y en mi carácter de ASESOR en dicho trabajo práctico manifiesto:

- (X) Muy Alto grado de Satisfacción – CUMPLIMIENTO MAYOR A ESPERADO
- ( ) Alto grado de Satisfacción – CUMPLIMIENTO ESPERADO
- ( ) Moderado grado de Satisfacción – CUMPLIMIENTO MÍNIMO ESPERADO
- ( ) Bajo grado de Satisfacción - INCUMPLIMIENTO
- ( ) Muy Bajo grado de Satisfacción – INCUMPLIMIENTO

en relación con la entrega final de dicho trabajo práctico.

Así mismo manifiesto de manera libre que considero que este tipo de Proyectos de Titulación servirá en nuestra organización para que el Grupo de Ingeniería de Sistemas, adscrito al Instituto Nacional de Estadística y Geografía, emite la satisfacción de utilizar los conocimientos adquiridos por esta investigación, en sus procesos y procedimientos para la administración del Centro de Datos.

Agradezco la atención a la presente carta.

**Atentamente**

MSc. Edgar Oswaldo Díaz  
 Interoperabilidad  
 Dirección de Computo y Comunicaciones

Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301  
 Edificio de Informática, Nivel 1, Fraccionamiento Jardines del Parque  
 20276, Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes  
 Entre calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas  
 910 53 00 ext. 4953  
 oswaldo.diaz@inegi.org.mx

## **Agradecimientos**

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades.

A mis hermanos por su cariño y apoyo, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradezco al Dr. José Manuel Mora Tavarez, quien, con su paciencia, experiencia, conocimiento, motivación y sobre todo apoyo me oriento en la investigación a lo largo de estos años. A mi comité tutorial MITC. Edgar Oswaldo Díaz y a MC. Luis Enrique Arámbula Miranda que con sus consejos, enseñanzas y apoyo motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

Finalmente, a todos mis amigos y amigas, por apoyarme cuando más lo necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

**ÍNDICE**

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN DEL CASO PROBLEMA DEL TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 OBJETIVO GENERAL DEL TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA DESARROLLAR SOLUCIÓN AL CASO PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1 Actividades Principales .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2 Materiales y Equipos .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.3 Método(s) de Evaluación .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.4 Limitaciones .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL CASO PROBLEMA DEL TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO DEL CASO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 JUSTIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INTERVENCIÓN EN EL CASO PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 ORGANIZACIÓN, CLIENTE Y USUARIOS PRINCIPALES DEL TRABAJO PRÁCTICO .....</b>	<b>18</b>
<b>3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 REVISIÓN DE TEORÍAS BASES .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1 Modelación de Procesos de Negocios con IDEF0 .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1.1 Diagrama de contexto de nivel superior .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.1.2 Diagrama Hijo .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1.2 Diagrama Padre .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Bases de la Gestión Tradicional (ITIL v3) vs Ágil (FitSM) de Servicios de TI .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.1 Gestión Tradicional de Servicios de TI (ITIL v2011) .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.2 Gestión Ágil de Servicios de TI (FitSM) .....</b>	<b>26</b>

<b>3.1.3 Análisis de Procesos Tradicionales vs Ágiles de Gestión de Disponibilidad de Servicios de TI (Proceso en ITIL vs Proceso en FitSM)</b>	32
<b>3.1.3.1 Fase Diseño del Servicio ITIL V3</b>	32
<b>3.1.3.2 Gestión de Disponibilidad ITIL V3</b>	36
<b>3.1.3.3 Diagrama IDEF0 Nivel 0 del proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3</b>	45
<b>3.1.3.4 Diagrama IDEF0 Nivel 1 del Proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3</b>	46
<b>3.1.3.5 Esquema IDEF0 detallado del Proceso de Gestión de Disponibilidad en ITIL V3</b>	47
<b>3.1.3.6 Fase de Planear y Asegurar FitSM</b>	48
<b>3.1.3.7 Gestión de Disponibilidad FitSM</b>	51
<b>3.1.3.8 Diagrama IDEF0 de Nivel 0 del Proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM</b>	56
<b>3.1.3.9 Diagrama IDEF0 de Nivel 1 del Proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM</b>	57
<b>3.1.2.10 Esquema de IDEF0 detallado del Proceos de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM</b>	58
<b>3.1.3.11 Cuadro comparativo Procesos Tradicionales vs Ágiles de Gestión de Disponibilidad de Servicios de TI (Proceso de ITIL vs Proceso en FitSM)</b>	59
<b>3.1.4 Métricas y Fórmulas usadas en Gestión de Disponibilida (Genéricas de Ingeniería Industrial y Específicas para Servicios de TI)</b>	61
<b>3.1.5 Sistemas de Soporte a Toma de Decisiones</b>	64
<b>3.2 REVISIÓN DE INTERVENCIONES SIMILARES</b>	67
<b>3.2.1 Caso Similar #1</b>	67
<b>3.2.2 Caso Similar #2</b>	68
<b>3.2.3 Caso Similar #3</b>	70
<b>3.2.4 Caso Similar #4</b>	71
<b>3.3 CONTRIBUCIONES Y LIMITACIONES</b>	73
<b>4. DISEÑO DE INTERVENCIÓN AL CASO PROBLEMA</b>	74
<b>4.1 FASE DE INICIO DEL SSTD</b>	75
<b>4.1.1 Reconocimiento del SSTD</b>	76
<b>4.1.2 Justificación del SSTD</b>	77
<b>4.1.3 Planeación de la Construcción del SSTD</b>	77
<b>4.1.4 Selección de Herramientas de Desarrollo del SSTD</b>	78
<b>4.2 FASE DE DISEÑO DEL SSTD</b>	81

4.2.1	<i>Diseño de Elementos Generales del SSTD</i>	82
4.2.2	<i>Diseño de la Arquitectura del IDSS</i>	84
4.2.3	<i>Diseño de Elementos Esenciales Detallados del SSTD</i>	85
4.2.4	<i>Diseño del impacto de Escenarios</i>	87
4.2.5	<i>Diseño de los Modelos Numéricos, Simbólicos, de Base de Datos, de Interface al Usuario y de Procesos</i>	89
4.3	<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SSTD</b>	100
4.3.1	<i>Construcción e Integración del SSTD</i>	100
4.3.2	<i>Casos de Prueba del SSTD</i>	101
5.	<b>EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN</b>	104
5.1	<b>EVALUACIÓN DE LA INTERVENCIÓN</b>	104
5.2	<b>RESULTADOS DE ENCUESTA DEMOGRÁFICA</b>	107
5.3	<b>RESULTADOS DEL INSTRUMENTO CONCEPTUAL DE MÉTRICAS</b>	109
5.3.1	<b>Constructo 1: Utilidad</b>	112
5.3.2	<b>Constructo 2: Facilidad de Uso</b>	113
5.3.3	<b>Constructo 3: Compatibilidad</b>	114
5.3.4	<b>Constructo 4: Valor</b>	115
6.	<b>CONCLUSIONES</b>	116
6.1	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS RESPECTO OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	117
6.2	<b>BENEFICIOS OBTENIDOS</b>	118
6.3	<b>PROBLEMAS ADICIONALES ENCONTRADOS</b>	119
6.4	<b>RECOMENDACIONES FINALES PARA CLIENTES Y USUARIOS</b>	120
6.5	<b>PARA FUTUROS CASOS SIMILARES</b>	120
7.	<b>REFERENCIAS</b>	122
8.	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	126
9.	<b>ANEXOS</b>	130
Anexo 1.	<b>Lista de Datos Componente HTTP SERVER</b>	130
Anexo 2.	<b>Lista de Datos Componente DB SERVER</b>	130
Anexo 3.	<b>Lista de Datos Componente NW LAN</b>	131
Anexo 4.	<b>Lista de Datos Componente NW WAN</b>	131
Anexo 5.	<b>Pantallas del Módulo Pronóstico de Disponibilidad</b>	132
Anexo 6.	<b>Manual de Usuario</b>	139
Anexo 7.	<b>Video Explicativo</b>	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases, Actividades y Calendarización .....	12
Tabla 2. Modelo de procesos de FitSM (Overview and vocabulary, 2016) .....	30
Tabla 3. Esquema detallado del proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3 .....	47
Tabla 4. Disponibilidad de servicios y gestión de continuidad .....	53
Tabla 5. Roles Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM .....	55
Tabla 6. Esquema detallado del proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM .....	58
Tabla 7. Cuadro comparativo procesos tradicionales vs ágiles de Gestión de Disponibilidad de servicios .....	59
Tabla 8. Contribuciones y limitaciones de estudios similares .....	73
Tabla 9. Cronograma de fases desarrollo de SSTD .....	78
Tabla 10. Comparación de herramientas .....	80
Tabla 11. Variables de Decisión General .....	83
Tabla 12. Variables de Escenarios .....	83
Tabla 13. Lista de Datos .....	83
Tabla 14. Variables de Salida .....	84
Tabla 15. Lista Detallada de Variables de Decisión .....	86
Tabla 16. Lista Detallada de Variables de Escenarios .....	86
Tabla 17. Lista Detallada de Variables de Salida .....	86
Tabla 18. Probabilidades de influencia .....	88
Tabla 19. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Servidor de Aplicaciones) .....	89
Tabla 20. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Servidor de Base de Datos) .....	89
Tabla 21. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Red LAN) .....	90
Tabla 22. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Red LAN) .....	90
Tabla 23. Modelo numérico, variables de salida Y1,Y2,Y3,Y4 componentes C1 y C2 .....	91

Tabla 24. Modelo numérico, variables de salida Y1,Y2,Y3,Y4  
componentes C3 y C4 .....92

Tabla 25. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes  
pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración  
pronosticado (Servidor de aplicaciones) .....93

Tabla 26. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes  
pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración  
pronosticado (Servidor de Base de Datos) .....94

Tabla 27. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes  
pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración  
pronosticado (Red LAN) .....95

Tabla 28. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes  
pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración  
pronosticado (Red WAN) .....96

Tabla 29. Prueba CP-001 .....102

Tabla 30. Prueba CP-002 .....103

Tabla 31. Datos de encuestados .....107

Tabla 32. Media de resultados de la encuesta demográfica .....108

Tabla 33. Resultados del constructo Utilidad .....109

Tabla 34. Resultados del constructo Facilidad de Uso .....110

Tabla 35. Resultados del constructo Compatibilidad .....110

Tabla 36. Resultados del constructo Valor .....110

Tabla 37. Resultados de prueba t-Student para el constructo Utilidad .....112

Tabla 38. Resultados de prueba t-Student para el constructo Facilidad de Uso ....113

Tabla 39. Resultados de prueba t-Student para el constructo Compatibilidad .....114

Tabla 40. Resultados de prueba t-Student para el constructo Valor .....115

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de modelado celular IDEF0 .....	19
Figura 2. Ejemplo Diagrama de contexto de nivel superior (Draft Federal Information Processing Standars, 1993) .....	21
Figura 3. Estructura Padre e Hijo de IDEF0 (Draft Federal Information Processing Standars, 1993) .....	23
Figura 4. Ciclo de Vida ITIL V3 .....	25
Figura 5. Documentación FitSM .....	28
Figura 6. Procesos de FitSM (Overview and vocabulary, 2016) .....	30
Figura 7. Procesos dentro de la fase de diseño .....	33
Figura 8. Relaciones de servicio y dependencias .....	36
Figura 9. El proceso de gestión de la disponibilidad .....	40
Figura 10. Ciclo de vida ampliado del incidente (ITIL® Service Desing, 2011) .....	43
Figura 11. Condiciones de disponibilidad y medidas (ITIL® Service Desing, 2011) .....	44
Figura 12. Diagrama de alto nivel proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3 ...	45
Figura 13. Diagrama IDEF0: Primer Nivel de Detalle .....	46
Figura 14. Resumen de interfaces de procesos clave .....	50
Figura 15. Diagrama de alto nivel proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM .....	56
Figura 16. Diagrama IDEF0: Primer Nivel de Detalle FitSM .....	57
Figura 17. Sistema con dos componentes en serie (Calculating Total System Availability, 2014) .....	61
Figura 18. Sistema con dos componentes paralelos (Calculating Total System Availability, 2014) .....	62
Figura 19. Fases y Actividades para la construcción de un DSS según (Mora et al., 2011) .....	66
Figura 20. Flujo de información entre las diferentes fases .....	74
Figura 21. Diagrama IDEF0 de la fase de inicio .....	75
Figura 22. Diagrama reconocimiento del DMS .....	76
Figura 23. Promedio de comparación de herramientas para diseño del SSTD .....	80

Figura 24. Diagrama IDEFO para la fase de diseño .....81

Figura 25. Variables de decisión, de escenarios, datos y salidas del DSS  
desarrollado .....82

Figura 26. Arquitectura de IDSS, Integración Tipo 2 .....85

Figura 27. Diagrama de Influencia .....88

Figura 28. Modelo entidad relación .....97

Figura 29. Descripción del archivo del modelo entidad relación .....97

Figura 30. Diagrama de interfaz .....98

Figura 31. Diagrama lógico de flujo de datos .....99

Figura 32. Fase de Construcción y Evaluación .....100

Figura 33. Proceso de construcción .....101

Figura 34. Encuesta demográfica, Parte 1 .....105

Figura 35. Encuesta demográfica, Parte 2 .....105

Figura 36. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de metodologías,  
Parte 1 .....106

Figura 37. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de metodologías,  
Parte 2 .....106

Figura 38. Prueba t-Student .....111

Figura 39. Tabla T-Student .....111

---

## RESUMEN

Hoy en día, la infraestructura de tecnologías de información (TI) es un aspecto fundamental a tomar en cuenta para las organizaciones, ya que permiten ofrecer servicios de mayor calidad a sus clientes, por lo cual es indispensable alinear con estándares y buenas prácticas que nos permiten obtener un mejor aprovechamiento de la tecnología.

Para lograr esto es indispensable enfocarnos en su administración, también conocida en el campo de la tecnología como ITSM (IT Service Management), basada en diferentes estándares como COBIT, MOF, ISO/IEC 20000 e ITIL por mencionar algunos, siendo este último el más reconocido y utilizado en este ámbito. No obstante, en los últimos años se ha visto una nueva tendencia, la cual es la implementación de una Gestión Ágil en el campo de ITSM (IT Service Management), algunos de estos nuevos estándares y mejores prácticas son VeriSM y FitSM, por mencionar algunos, estos a su vez están basados en la mejor práctica ITIL, pero estas proporcionan un estándar más ligero y alcanzable que permita una gestión eficaz de los servicios de TI (ITSM).

Este trabajo práctico presenta el desarrollo y evaluación de una herramienta prototipo en el marco de un tablero de control que permitirá la toma de decisiones, basándonos en la gestión de disponibilidad, en el Data Center Central de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), particularmente para uno de los servicios de misión crítica del instituto, ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible).

La herramienta permite de forma anticipada nuevas estrategias que maximicen la eficiencia de los servicios y permitan un mejor cumplimiento de los SLAs (Acuerdos de Niveles de Servicio) mejorando así la calidad de los servicios. Se utilizaron metodologías para el desarrollo de un SSTD (Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones). Además del desarrollo de un cuestionario para la evaluación y medición de diferentes constructos como: Valor, Utilidad, Compatibilidad y Facilidad de Uso.

---

---

## **ABSTRACT**

At present, the Information Technology (IT) infrastructure is a critical aspect to take into account organizations, because this allows them to offer higher quality services to their clients, and therefore it is essential to align it with international standards and good practices for better use of technology.

To achieve this, it is essential to focus on its administration, also known in the field of technology as ITMS (IT Service Management), based on different frameworks and standards such as MOF, ISO/IEC 20000, and ITIL. ITIL is the most ITSM process framework recognized and used in this field. However, in recent years we have seen a new trend: the implementation of Agile Management in the field of ITMS (IT Service Management). Two of the main new agile standards and best practices are VeriSM and FitSM. Both are based on ITIL best practice, but they provide a lighter and more achievable standard for effective management of IT services (ITSM).

This practical work presents the development and evaluation of a prototype tool of type Decision Support Systems (DSS), that will allow decisions to be made, based on Availability Management, in the Central Data Center of INEGI (National Institute of Statistics and Geography), for one of the institute's mission-critical IT services, the SDG (Sustainable Development Goals) IT service.

The DSS tool helps to Availability Managers to explore decisions combined with assumed scenarios that help to a better compliance with the SLA (Service Level Agreements), and therefore, to improvise the quality of the IT service provided. A DMSS development methodology was used for the development of the DSS tool DSS, and an empirical pilot evaluation was conducted for determining the perceptions on Value, Utility, Compatibility, Intention, and Easiness of Use of the DSS tool. The evaluation results were satisfactory.

---

# 1. INTRODUCCIÓN DEL CASO PROBLEMA DEL TRABAJO PRÁCTICO.

## 1.1 PRESENTACIÓN DE TRABAJO PRÁCTICO

En la actualidad, los recursos (*infraestructura física, equipos computacionales, procesamiento, almacenamiento de red, software base y de gestión de recursos, software de aplicaciones y de datos*) de las Tecnologías de la Información (TI) usados en los Data Centers, se han convertido en un aspecto indispensable para cualquier tipo organización moderna, ya que estas soportan la prestación de servicios de TI de calidad (i.e. de valor por la utilidad y las garantías del servicio) a sus usuarios. Esta situación organizacional provoca que las organizaciones busquen implementar estándares y/o marcos de procesos y/o de prácticas más avanzadas y adecuadas que les permitan mejorar la gestión de sus recursos, ya sea de infraestructura o software, esto con el fin de aumentar la calidad de sus servicios y así poder obtener una ventaja competitiva en el mercado.

Para lograr esto, las organizaciones recurren a la administración de servicios de TI que se pueden basar en diferentes estándares (ISO/IEC 20000) o marcos de procesos (CMMI-SVC, CobIT) y/o mejores prácticas (ITIL, CobIT). Además de estos estándares y/o marcos de procesos y/o mejores prácticas en los últimos años se ha visto una tendencia por parte de las empresas de TI, a tomar una mayor importancia en la implementación de todos los marcos de trabajo ya expuestos, de una manera ágil, tales como VeriSM y FitSM, que se adaptan mejor a las necesidades de las empresas sin necesidad de implementarlos en su totalidad, ya sea los diferentes estándares (ISO/IEC 20000) y/o marcos de procesos (CMMI-SVC, CobIT) y/o mejores prácticas (ITIL, CobIT).

En este ámbito, una de las principales problemáticas concierne a la Gestión de Disponibilidad de Servicios de TI, lo cual busca garantizar el nivel de disponibilidad (que estén funcionalmente activos para usarse cuando se requieran) de los servicios

---

de TI. Esto debido a que los Servicios de TI son el producto de la interacción de varios componentes individuales de TI, los cuales, pueden dejar de funcionar total o parcialmente por causas directas o indirectas durante los períodos que se esperarían de operación normal. Consecuentemente, las organizaciones de TI, que no realizan estimados sobre el ciclo de vida de los componentes que forman parte de la infraestructura (Data Centers) para los servicios, ni aplican actividades de Gestión de Disponibilidad, son susceptibles de enfrentarse a fallas regulares y en ocasiones críticas (i.e. incidentes menores o mayores) en la provisión de sus Servicios de TI.

Este es un problema grave, ya que las organizaciones de TI no pueden garantizar en los niveles acordados (métricas fijadas por contratos legales) que los servicios de TI estén disponibles y funcionando de manera correcta para que el usuario o cliente pueda hacer uso de ellos en los períodos esperados, afectando de manera significativa los objetivos de negocio de los usuarios o clientes, provocando una pérdida de servicios de TI, lo cual genera retrasos y por consiguiente pérdidas monetarias importantes.

Por lo tanto, en este Trabajo Práctico, se considera de alta relevancia, el poder direccionar esta situación problemática, tratando de proponer y desarrollar una solución adecuada de interés para poder usarse y apoyar la planificación de disponibilidad de los recursos en los Servicios de TI.

En este Trabajo Práctico, se considera adecuado atacar esta situación problemática mediante un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD). Los SSTD se definen como “un sistema de información basado en computadora interactivo, flexible y adaptable, Desarrollado especialmente para soportar la solución de un problema de gestión no estructurado para mejorar la Toma de Decisiones. Utiliza datos proporciona una interfaz de usuario fácil y permite la toma de decisiones ideas propias” (Turban, 1993).

## 1.2 OBJETIVO GENERAL DEL TRABAJO PRÁCTICO

Diseñar, programar y evaluar una herramienta prototipo de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD) para la planeación ágil de los niveles de disponibilidad en servicios de TI proyectado a ser implantado usando prácticas recomendadas en la ingeniería de sistemas y el marco de procesos de gestión ágil de servicios.

## 1.3 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA DESARROLLAR SOLUCIÓN AL CASO PROBLEMA

### 1.3.1 Actividades Principales

Para lograr los objetivos que se plantean en el caso práctico, se creó un cronograma, que permitirá organizar, ejecutar y monitorear todas las actividades. Dicho cronograma es mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases, Actividades y Calendarización.

Fase	Actividad	Calendarización		
		2019-1	2019-2	2020-1
Planeación	Inducción al Caso Problema	x		
	Diagnóstico del Caso Problema	x		
	Diseño General de Solución Propuesta	x		
Implementación	Diseño Detallado de Solución Propuesta		x	
	Construcción de Prototipo de Solución Propuesta		x	
	Entrega de Prototipo Inicial (mínimo 80%)		x	
Evaluación	Entrega de Prototipo Final (90-100%)			x
	Reporte Final de Solución Propuesta			x

---

## 1.3.2 Materiales y Equipos

### 1.3.2.1 Materiales

- Documentos oficiales y literatura asociada sobre el Marco de Procesos Ágil FitSM, referente al proceso de Gestión de Disponibilidad.
- Documentos oficiales y literatura asociada sobre el Marco de Procesos ITIL v2011, referente al proceso de Gestión de Disponibilidad.
- Metodología IDSSE-M de Desarrollo de SSTD.
- Datos reales proporcionados por Usuario del Caso Práctico.

### 1.3.2.2 Equipos y Herramientas

- Equipo de cómputo laptop.
- Ambientes/Plataformas de Desarrollo tipo Open Source para desarrollar SSTD (a revisar varias orientadas a web tales como D3.js, Nodejs, Webix, Bootstrap, Flexdashboards+HTMLWidgets+Rmarkdown+R).

### 1.3.3 Método(s) de Evaluación

La evaluación del prototipo SSTD para la planeación de los niveles de disponibilidad del servicio de TI determinado por el usuario, será realizada por el Usuario Principal (Co-Tutor Externo), Comité Tutoral y Usuarios Pilotos, mediante un instrumento de medición de percepciones de usabilidad (*facilidad de uso, compatibilidad, utilidad, valor e intención de uso*) usado comúnmente en la literatura científica de Sistemas de Información (Moore & Benbasat, 1991).

---

### 1.3.4 Limitaciones

Debido a la gran cantidad de servicios de TI que proporciona el INEGI, las políticas de privacidad que se manejan en cada uno de estos servicios, como lo son diseñar y desarrollar un sistema planificador de los niveles de disponibilidad del Data Center Central del INEGI, es en gran parte, un trabajo complejo. Por lo que en este trabajo práctico se tendrán las siguientes limitantes:

- El módulo de planeación prototipo será para un solo servicio de TI, considerado crítico por parte del Usuario Principal (Co-Tutor Externo).
- El módulo de planeación prototipo será desarrollado a una escala de detalle de alto-medio nivel. Esto implica que un módulo más detallado podrá ser desarrollado posteriormente fuera ya del alcance de este caso práctico.

### 1.4 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento está organizado en siete capítulos:

1. **Introducción al caso problema del trabajo práctico:** En este apartado se describe la presentación del trabajo, el objetivo general y la metodología específica para su desarrollo.
2. **Planteamiento del caso problema del trabajo práctico:** Se describe el caso-problema, la justificación, los objetivos específicos del trabajo práctico, así como la organización, clientes y usuarios a los cuales está enfocado el trabajo práctico.
3. **Fundamentación Teórica:** Se describe un estado del arte de las teorías principales para el correcto entendimiento del caso problema: ITIL, FitSM, DMSS, DSS, así como IDEF0. Se realizará además una revisión de literatura de intervenciones similares y las contribuciones y limitaciones del trabajo práctico.

4. **Diseño de la intervención al caso problema:** Se detallan las etapas del proceso para la construcción del módulo prototipo de planeación de niveles de disponibilidad.
5. **Evaluación y resultados de la intervención:** Se especifican las evaluaciones realizadas y la discusión de estos con respecto a los objetivos específicos.
6. **Conclusiones:** Se exponen las conclusiones sobre los resultados que fueron arrojados de la investigación, sobre el proceso que se realizó y las conclusiones. Además, se describen los beneficios obtenidos, los problemas encontrados durante el proceso, así como, las recomendaciones finales.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL CASO PROBLEMA DEL TRABAJO PRÁCTICO**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ESPECÍFICO DEL CASO**

INEGI es un organismo público autónomo responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, así como de capturar y difundir información sobre México en cuanto al territorio, los recursos, la población y economía. Esta institución permite dar a conocer las características de nuestro país y ayudar a la toma de decisiones. Toda esta información contribuye al desarrollo del país, permitiendo fundamentar las decisiones y evaluar los resultados de desempeño.

La institución tiene presencia en cada una de las 32 entidades federativas de la República Mexicana, con una coordinación estatal. La Sede de las oficinas centrales de la institución se encuentran en el estado de Aguascalientes, donde se localiza el Centro de Datos Central. La Coordinación Nacional de Informática trabaja

---

directamente en este Centro de Datos, específicamente el Grupo de Ingeniería en Sistemas tiene la responsabilidad de administrar los servicios de TI.

Los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) es una herramienta desarrollada conjuntamente por la Coordinación de Estrategia Digital Nacional de la Presidencia de la República y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y pone a disposición de los usuarios la información sobre el avance en el seguimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual, México adoptó como compromiso de Estado. Los datos que se muestran en este son de carácter oficial y, por lo tanto, deben servir para el diseño de las políticas públicas, así como para los reportes internacionales que rinde el país mexicano. Esto coloca a los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) como un servicio de misión crítica y necesita un cumplimiento al 100% de los Acuerdos de Nivel de Servicio (o SLAs, por sus siglas en inglés referentes a Service Level Management).

Todos los datos de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) se recolectan, almacenan y procesan en el Centro de Datos principal, donde, además, se realiza la difusión de la información. Todo esto genera a la organización un número de incidentes y problemas, que afectan directamente a la disponibilidad del servicio de TI e impactan directamente sobre el cumplimiento del SLAs.

## **2.2 JUSTIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN**

Debe considerarse que un Data Center cuenta con diversas infraestructuras de hardware y software, cuya misión conjunta es la de proporcionar servicios de TI a usuarios y clientes. Esta es una razón por la que es necesario tener en cuenta que para que un servicio esté disponible, es necesario contar con el control sobre tales infraestructuras, las cuales son requeridas para proporcionar el servicio. Es aquí donde el proceso de gestión de disponibilidad interviene, aunque es un proceso el cual muchas organizaciones no le dan la importancia necesaria.

---

Ya que las organizaciones actualmente se enfocan en otros aspectos de la administración de servicios de TI, como lo son la gestión de seguridad o la gestión de continuidad. Por lo que se vuelve indispensable contar con una herramienta que facilite la planeación de los niveles de disponibilidad. Debido a esto se debe recurrir a diversos marcos de procesos y/o estándares disciplinados como lo son ITIL e ISO/IEC 20000 y/o ágiles como FitSM, ya que dichos estándares contemplan la gestión de disponibilidad.

Para el INEGI es indispensable tener una herramienta que permita medir los niveles de disponibilidad de sus servicios, esto para garantizar los SLAs (Acuerdos de Niveles de Servicio) con sus usuarios, un ejemplo de esto es el servicio de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) un servicio de misión crítica para el INEGI, necesita de una buena Gestión de Disponibilidad para garantizar la calidad de sus servicios, así como sus SLAs (Acuerdos de Niveles de Servicio) para sus usuarios. No cumplir con la Gestión de Disponibilidad o restarle la importancia debida a este apartado, implicaría pérdidas monetarias importantes o incluso la perdida de algo más valioso para el INEGI como lo es su imagen y la confianza ganada ya ante sus usuarios y clientes.

Esto genera la necesidad de diseñar una herramienta prototipo en el marco de un tablero de control, que permita la planeación básica de los niveles de disponibilidad, permitiendo al INEGI realizar la planeación de niveles de disponibilidad de una manera más confiable.

### **2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INTERVENCIÓN EN EL CASO PROBLEMA**

1. Identificar las principales clasificaciones propuestas en la literatura de gestión tradicional vs ágil de disponibilidad de servicios de TI en Data Center sobre los principales recursos de TI y métricas asociadas a considerar.

- 
2. Identificar los principales modelos (variables y fórmulas) y herramientas computacionales de pronósticos de niveles de disponibilidad de servicios de TI reportados en la literatura reciente (2010-2018).
  3. Diseñar un modelo (variables y fórmulas) de pronóstico de niveles de disponibilidad en servicios de TI basándose en la literatura consultada y al marco comparativo de procesos de ITIL vs FitSM.
  4. Construir el modelo (O3) como un sistema de soporte a la toma de decisiones (SSTD) computacional que sea percibido con valores adecuados (valores mayores a 3 en una escala de Likert 1 a 5) de *utilidad*, *facilidad de uso*, *compatibilidad* y *valor*, por el grupo evaluador asignado.

#### **2.4 ORGANIZACIÓN, CLIENTE Y USUARIOS PRINCIPALES DEL TRABAJO PRÁCTICO**

La organización principal para la cual se realiza este trabajo práctico es INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Como cliente principal dentro de la organización está la Coordinación Nacional de Informática y como usuario principal se tiene al Grupo de Ingeniería en Sistemas.

### 3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 3.1 REVISIÓN DE TEORÍAS BASE

##### 3.1.1 Modelación de Procesos de Negocios con IDEF0

IDEF0 (por sus siglas en inglés Integration Definition for Fuction Modeling) se define, según el sitio oficial (IDEFØ - Function Modeling Method, 2019), como un método para modelar decisiones, acciones y actividades para una organización o sistema.

Es una metodología diseñada especialmente para representar lo que se hace, es decir, se centra en actividades o acciones que se llevan a cabo con la intención de realizar una tarea o proceso. Una de las mayores ventajas de esta metodología es la capacidad de combinarse con otras metodologías para agregar secuencia y sincronización de actividades.

El principal concepto de la metodología es el esquema general y elementos principales de IDEF0, como se muestra en la Figura 1 tomada como de referencia de (IDEFØ - Function Modeling Method, 2019).

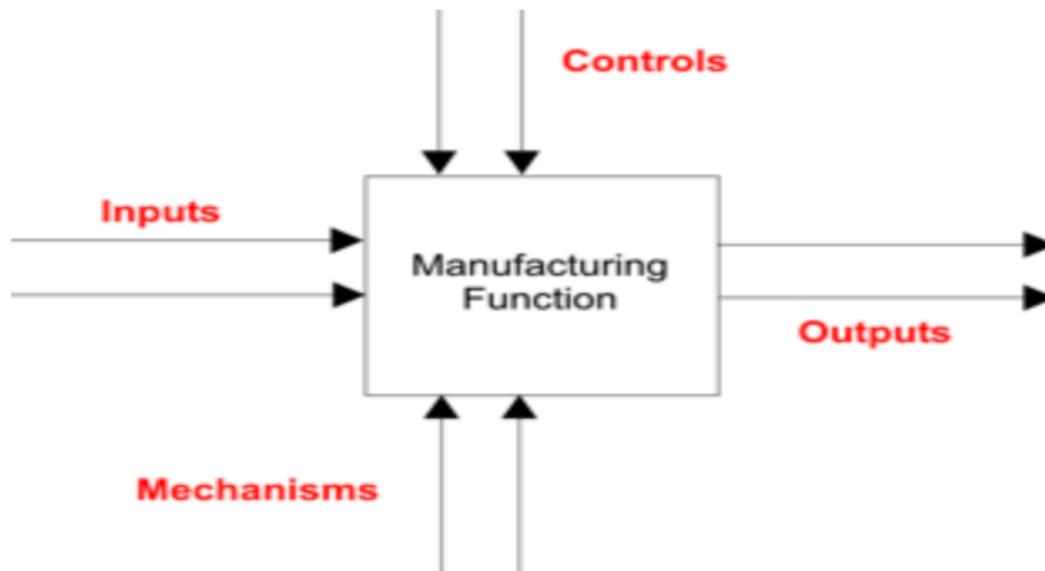


Figura 1. Esquema general y elementos principales de IDEF0 (idef.com, 2019).

- **Actividad o proceso:** Es representada por una caja. Indica la función que será modelada y proporciona una descripción de lo que pasa en ella. La cual debe estar formada por una frase verbal (Verbo + objeto directo) que describa la función.
- **Entradas:** Es aquel material o información consumida o transformada por una actividad para producir “salidas”. Están asociadas al lado izquierdo de la actividad (caja). Una actividad puede no tener entradas.
- **Salidas:** Son objetos producidos por la actividad o proceso. Se encuentran asociadas del lado derecho de la actividad.
- **Control:** Son objetos que gobiernan o regulan el cómo, cuándo y si una actividad se ejecuta o no. Por mencionar algunos ejemplos: normas, guías, políticas, calendarios, presupuesto, reglas, especificaciones, procedimientos. Se encuentran asociados del lado superior de la actividad.
- **Mecanismos:** Son los recursos necesarios para ejecutar un proceso. Por mencionar algunos ejemplos: maquinaria, programas de cómputo, Instalaciones, Recursos humanos. Se encuentran asociados del lado inferior de la actividad. Una actividad puede no tener mecanismos.
- **Flecha “Llamada” (Call arrow):** Referencia a otro modelo o diagrama dentro del mismo modelo. Evita duplicidad de información.

Los modelos IDEF0 se componen de tres tipos de información: diagramas gráficos, texto y glosario. El diagrama gráfico es el componente principal de un modelo IDEF0, este contiene cuadros, flechas, interconexiones entre cuadros/flechas y relaciones asociadas. El diagrama de nivel de superior

proporciona la descripción más general o abstracta del tema representado por el modelo. De este diagrama le siguen una serie de diagramas secundarios que proporcionan más detalles sobre el modelo.

**3.1.1.1 Diagrama de contexto de nivel superior**

Cada modelo debe tener un diagrama de contexto de nivel superior, en el que el sujeto del modelo es representado por un solo cuadro con flechas de delimitación. El diagrama establece el alcance del modelo o el límite y la orientación, a su vez también presenta declaraciones breves que especifican el punto de vista del modelo y su propósito, esto con la finalidad de ayudar a orientar y restringir la creación del modelo. A continuación, en la Figura 2 (Draft Federal Information Processing Standars, 1993) se presenta una representación de un diagrama de contexto de nivel superior.

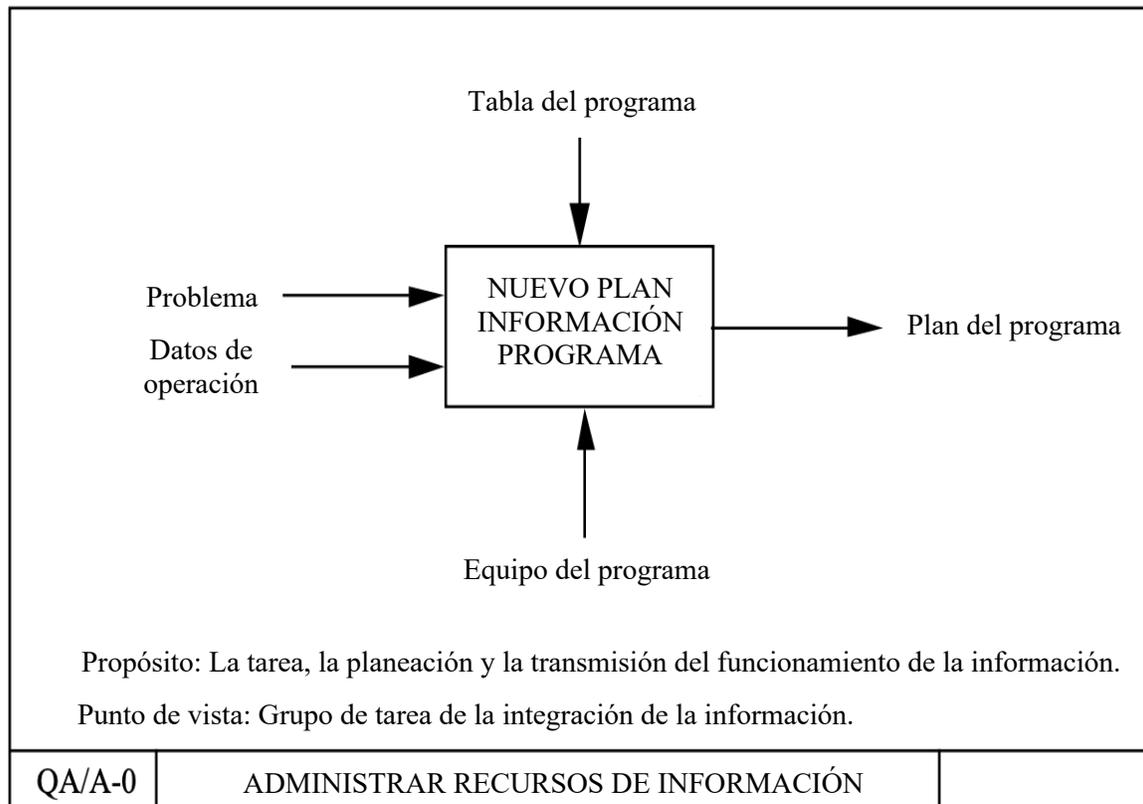


Figura 2. Ejemplo Diagrama de contexto de nivel superior (Draft Federal Information Processing Standars, 1993).

---

### **3.1.1.2 Diagrama Hijo**

La única función representada en el diagrama de contexto de nivel superior puede descomponerse en sub-funciones principales mediante la creación de un diagrama de nivel infantil. A su vez, cada una de estas sub-funciones puede ser descompuesto creando así un diagrama de nivel hijo. Por lo tanto, se considera que cada diagrama hijo contiene detalles adicionales sobre su padre considerándose como este nivel inferior de su caja padre.

### **3.1.1.3 Diagrama Padre**

Es un diagrama que contiene una o más cajas. Un diagrama padre puede ser hijo de otro diagrama y al mismo tiempo un diagrama hijo puede ser padre de otros diagramas. Esta estructura jerárquica que va de lo más general a lo más detallado puede observarse en la Figura 3 (Draft Federal Information Processing Standards, 1993).

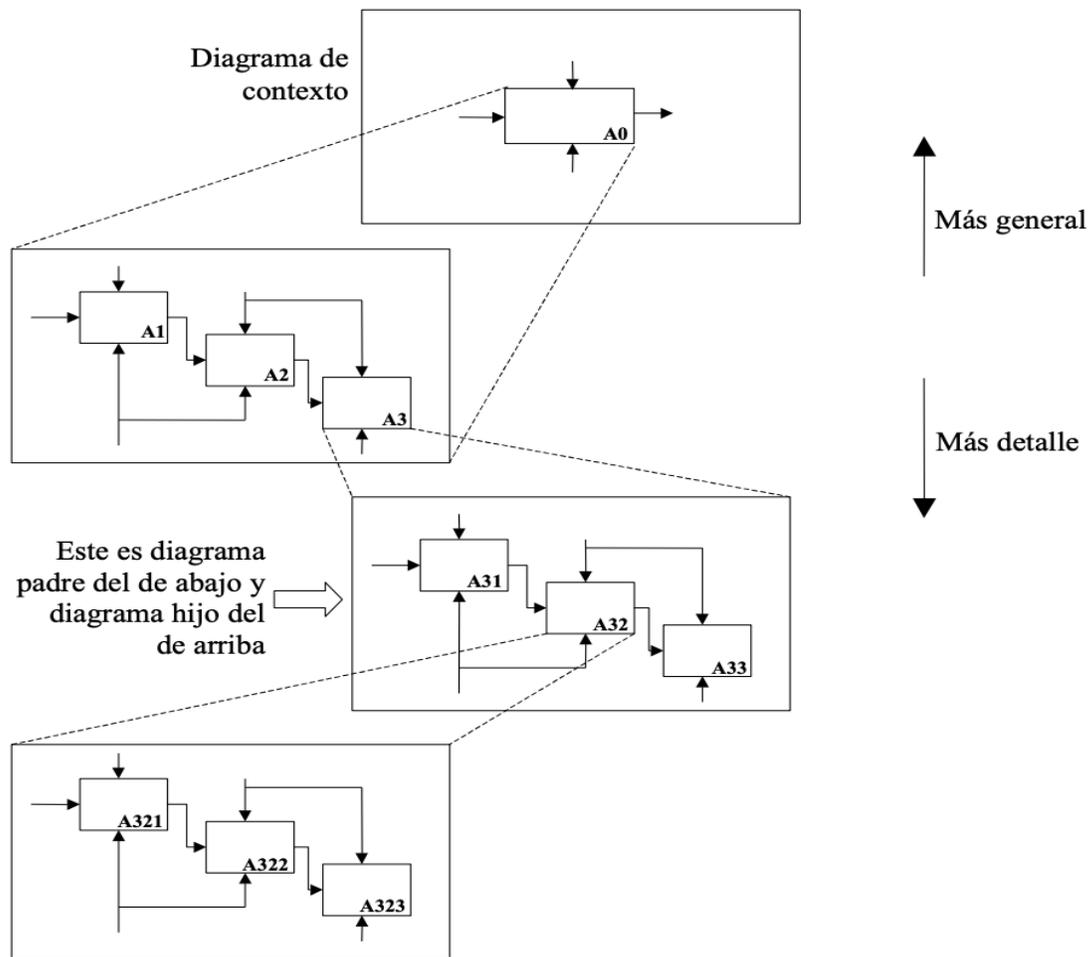


Figura 3. Estructura Padre e Hijo de IDEF0 (Draft Federal Information Processing Standards, 1993).

---

### **3.1.2 Bases de la Gestión Tradicional (ITIL v2011) vs Ágil (FitSM) de Servicios de TI**

#### **3.1.2.1 Gestión Tradicional de Servicios de TI (ITIL v2011)**

ITIL (Information Technology Infrastructure Library) “Conjunto de lineamientos sobre mejores prácticas para la administración de servicios de tecnología de información. ITIL es propiedad de la OGC (Office of Government Commerce) y consiste de una serie de publicaciones que proporcionan lineamientos sobre el aprovisionamiento de calidad en los servicios de TI y sobre los procesos e instalaciones necesarios para soportarlos” (Kolthof et. al 2008:15-45). ITIL v2011 es la versión más actualizada. Anteriormente hubo ITIL v2 liberada en 2001 e ITIL v3 liberada en 2007.

ITIL es descrito por parte del sitio oficial AXELOS, empresa responsable de desarrollar, mejorar y promover metodologías de buenas prácticas como ITIL, como una fuente de buenas prácticas en la gestión de servicios que es utilizado por organizaciones de todo el mundo para establecer y mejorar las capacidades en la gestión de servicios de TI.

Con esto se puede inferir que ITIL es una guía que contiene las mejores prácticas que permiten a las organizaciones generar valor tanto al proveedor de servicios como para sus clientes, mejorando e integrando las estrategias de negocio con las necesidades de ambos. ITIL está estructurado por su Ciclo de Vida mostrado en la Figura 4 tomada de (ITIL® Service Design, 2011), el cual consiste de cinco fases las cuales se describen a continuación, así como una muestra de este:

- Estrategia de Servicio.
- Diseño de Servicio.
- Transición de Servicio.
- Operación de Servicio.
- Mejora continua de Servicio.

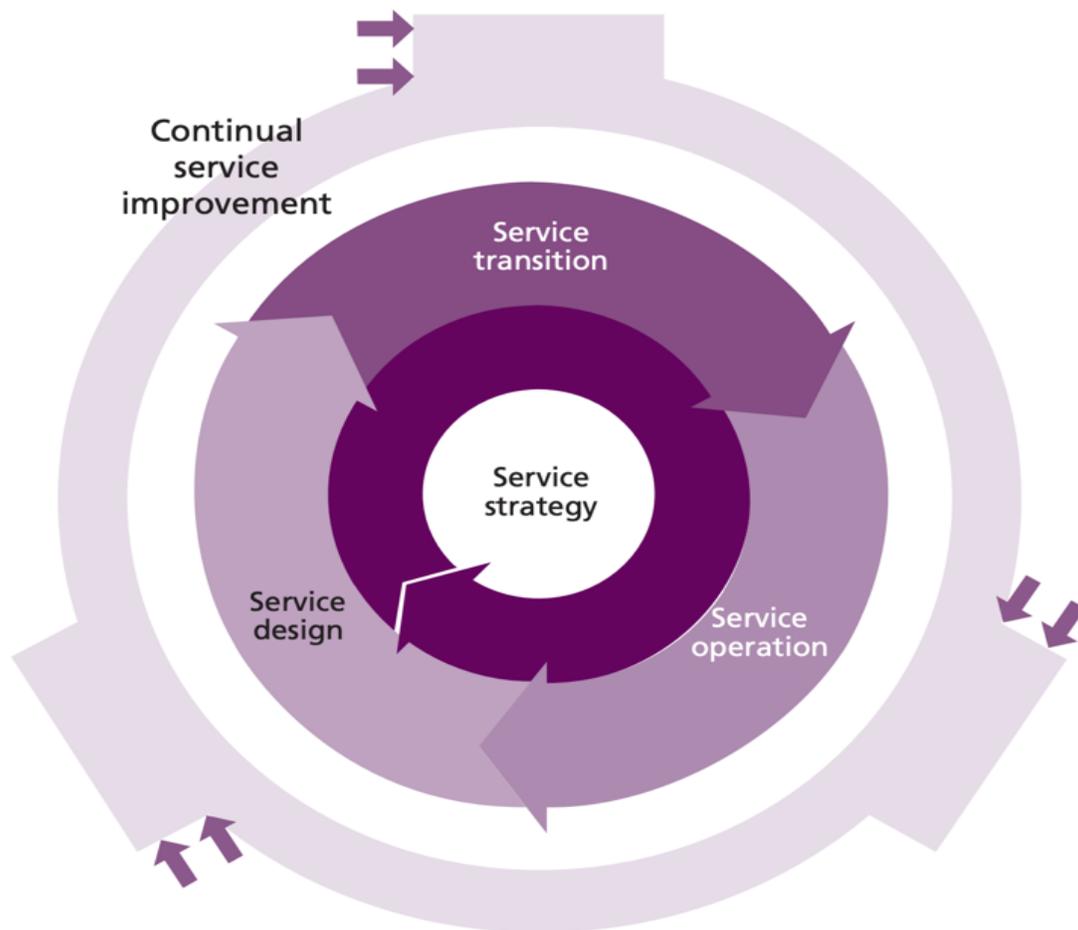


Figura 4. Ciclo de Vida ITIL V3 (ITIL® Service Design, 2011).

Para la primera fase de Estrategia de Servicio, es una guía sobre cómo identificar, clasificar, valorar y definir un Portafolio y un Catálogo de servicios de TI. También guías para implementar la gestión del servicio, no solo tomándolo en cuenta como una habilidad de la organización, sino que también ver el servicio como un activo estratégico para la organización.

La segunda fase sobre el Diseño de Servicio, permite diseñar servicios de TI siguiendo la Estrategia de Servicio manifestada en el Portafolio y Catálogo de Servicios, y asegurando la calidad en la entrega del servicio respecto a las 4 métricas indispensables de DISPONIBILIDAD, CAPACIDAD, CONTINUIDAD y

---

SEGURIDAD, buscando la satisfacción del cliente en el NIVEL DE SERVICIO acordado y facilitando la introducción de dicho servicio al ambiente de producción. La fase de Transición de Servicio es la encargada de asegurar que los servicios nuevos, modificados o cancelados, cumplan con las expectativas del negocio tal como fueron documentadas en la fase de Estrategia de Servicio y Diseño de Servicio, liberándolos (los nuevos o modificados) o retirándolos (los cancelados).

En la Operación de Servicio se lleva a cabo las actividades y procesos requeridos para la entrega, gestión y soporte de los servicios de TI en el día a día. También se es responsable de la administración de la tecnología utilizada para dicha entrega, gestión y soporte de servicios.

A su vez, todas las fases del Ciclo de Vida del servicio contemplan la Mejora Continua, que es la encargada de alinear los servicios de TI con las necesidades cambiantes del negocio, identificando e implementando mejoras a los servicios de TI en cualquier fase del Ciclo de Vida.

Finalmente, se puede indicar que ITIL (sea v2, v3 o v2011) es el Marco de Procesos de Gestión de Servicios de TI más utilizado en la práctica empresarial moderna de grandes empresas a nivel mundial. Empresas tales como: Cisco, Intel, General Electric, Kellogs, Danone, Xerox, Pemex, entre otras tomado como referencias de (Empresas del mundo que utilizan ITIL® para su Gestión de los Servicios de TI, 2010).

### **3.1.2.2 Gestión Ágil de Servicios de TI (FitSM)**

FitSM es una familia de estándares ligeros dirigidos a facilitar la gestión de servicios de TI, su principal objetivo es mantener un estándar claro, pragmático, ligero y alcanzable que permita una gestión eficaz de los servicios de TI (Overview and Vocabulary, 2016).

---

Se considera a FitSM como una simplificación del estándar ITIL, ya que está diseñado para ser compatible con el Estándar Internacional ISO/IEC 2000-1 (requerimientos para un sistema de gestión de servicios) y la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (IT Infrastructure Library - ITIL).

El desarrollo de FitSM fue realizado por el Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea. En la actualidad, pertenece y es soportado por (ITEMO e.V)., es considerado por estos como una familia de estándares ligeros para la gestión de TI de pequeñas y medianas organizaciones que se adaptan a entornos federados o no centralizados en un único escenario.

FitSM se compone de 7 documentos o partes (mostrados su estructura y relaciones en Figura 5 tomada como referencia de (Overview and vocabulary, 2016)) que definen todos los procesos y procedimientos necesarios para cubrir la gestión de servicios de TI de una organización, así como una figura con su representación:

- *FitSM-0: Resumen y vocabulario (Overview and vocabulary).*
- *FitSM-1: Requerimientos (Requirements).*
- *FitSM-2: Objetivos y actividades (Objectives and activities).*
- *FitSM-3: Modelo a seguir (Role model).*
- *FitSM-4: Plantillas y muestras seleccionadas (Selected templates and samples).*
- *FitSM-5: Guías de implementación seleccionadas (Selected implementation guides).*
- *FitSM-6: Esquema de evaluación de madurez y capacidad (Maturity and capability assessment scheme).*

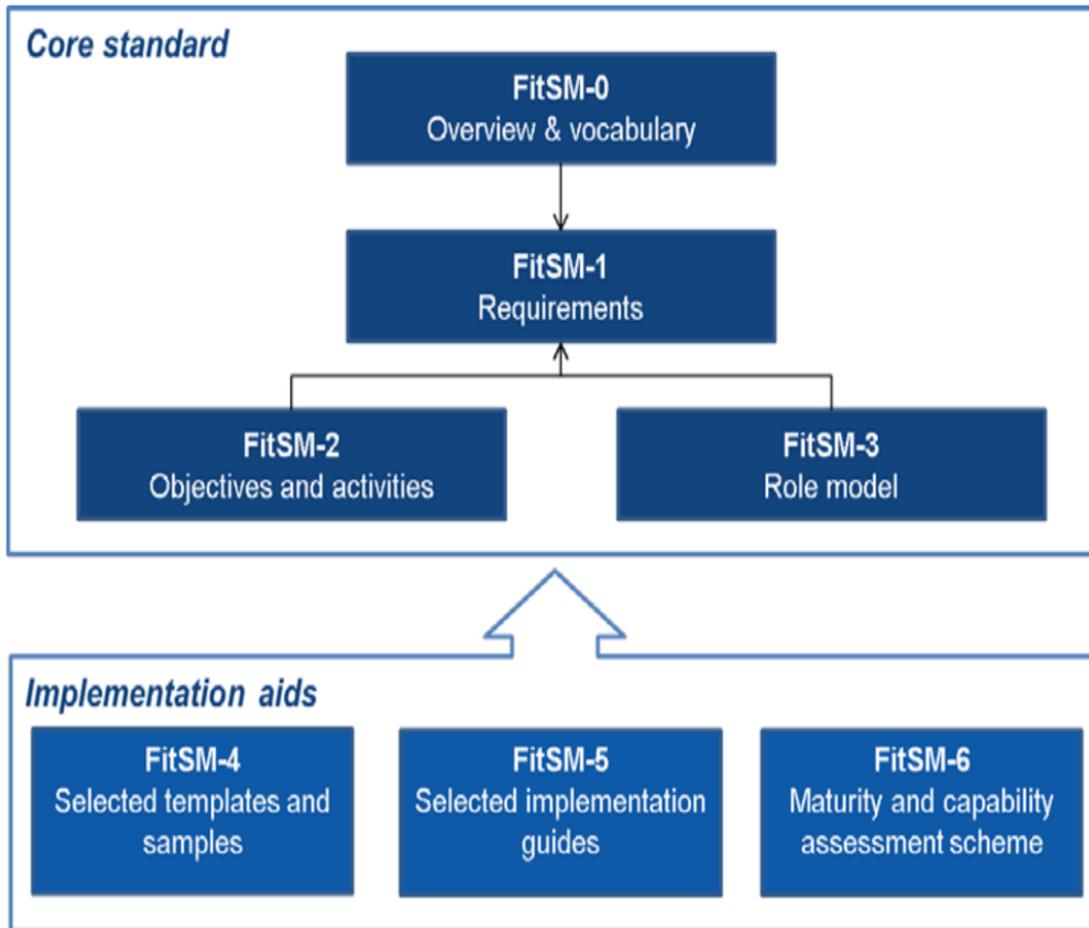


Figura 5. Documentación de FitSM (Overview and vocabulary, 2016).

El primer documento Overview and Vocabulary (Visión General y Vocabulario), proporciona una descripción general de la familia FitSM y define un vocabulario común que será utilizado por otros documentos.

El documento de Requirements (Requerimientos), establece un enfoque liviano y alcanzable hacia la administración de servicios de TI, a su vez respalda la administración efectiva de los servicios de TI para organizaciones.

En el documento Objectives and Activities (Objetivos y Actividades), describe un conjunto de objetivos y actividades recomendadas que ayudan a cumplir los requisitos establecidos.

---

Role model (Modelo de Roles), proporciona un modelo de roles y responsabilidades para el sistema de gestión de servicios.

Selected Templates and Samples (Platillas y Muestras Seleccionadas), es una colección de documentos en continuo desarrollo que contienen plantillas y ejemplos necesarios en la gestión de servicios de TI.

Selected implementation Guides (Guías de Implementación Seleccionadas), es un conjunto de documentos en continuo desarrollo con guías para diferentes partes de la gestión de servicios de TI.

Maturity and Capability Assessment Scheme (Esquema de Evaluación de Madurez y Capacidad), proporciona un modelo de evaluación para permitir a las organizaciones y proveedores medir el nivel de madurez de los procesos de gestión de servicios implementados y las practicas generales.

Todas las partes de FitSM están basadas en un entendimiento de 14 procesos centrales para la gestión de servicios de TI (ITMS). Para cada uno de estos procesos, así como para un número de aspectos generales en el contexto de ITSM, FitSM-1 define un reducido número de requerimientos de implementación, mientras que FitSM-2 provee orientación sobre las actividades para establecer e implementar ITSM utilizando estos como parte de un sistema de gestión de servicios.

A continuación, se muestra una la Figura 6 y la Tabla 2 tomada como referencia de (Overview and vocabulary, 2016) donde muestra una agrupación de los procesos de FitSM con base en seis tópicos principales, así como la descripción de cada proceso.

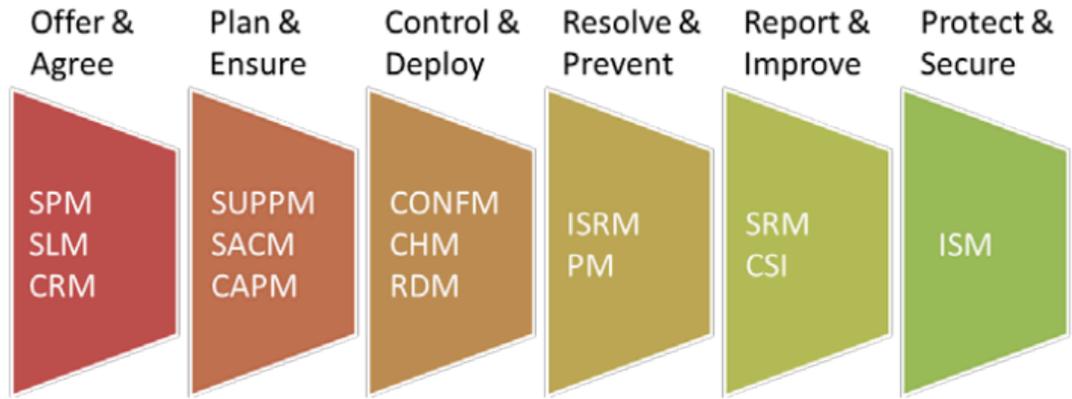


Figura 6. Procesos de FitSM (Overview and vocabulary, 2016).

Tabla 2. Modelo de procesos de FitSM (Overview and vocabulary, 2016).

Proceso	Objetivo
Gestión del portafolio de servicios (SPM)	Definir y mantener un portafolio de servicios.
Gestión de niveles de servicio (SLM)	Mantener un Catálogo de Servicios y definir, acordar y monitorear niveles de servicio con los clientes por medio del establecimiento de acuerdos de nivel de servicio (SLA) significativos y de acuerdos de nivel operativo (OLA) y acuerdos de apoyo (UA) con proveedores externos que los soporten.
Gestión de reportes de servicio (SRM)	Especificar todos los reportes de servicio y asegurar que se producen, de acuerdo a especificaciones, de forma oportuna para soportar la toma de decisiones.
Gestión de la disponibilidad y la continuidad del servicio (SACM)	Asegurar suficiente disponibilidad del servicio para cumplir con los requerimientos acordados y una adecuada continuidad del servicio.
Gestión de la capacidad (CAPM)	Asegurar que se proveen suficientes capacidades para cumplir con los requerimientos de capacidad y desempeño del servicio.
Gestión de la seguridad de la información (ISM)	Gestionar la seguridad de la información de forma efectiva a través de todas las actividades ejecutadas para entregar y gestionar servicios, de manera que se preserven la confidencialidad, la integridad y la accesibilidad de activos de información relevantes.
Gestión de la seguridad de la información (ISM).	Gestionar la seguridad de la información de forma efectiva a través de todas las actividades

	ejecutadas para entregar y gestionar servicios, de manera que se preserven la confidencialidad, la integridad y la accesibilidad de activos de información relevantes.
Gestión de la relación con el cliente (CRM)	Establecer y mantener buenas relaciones con los clientes que reciben los servicios.
Gestión de la relación con el proveedor externo (SUPPM)	Establecer y mantener una relación saludable con los proveedores externos que soportan al proveedor de servicio en la entrega de servicios a sus clientes y monitorear su desempeño.
Gestión de incidentes y solicitudes de servicio (ISRM)	Restaurar la operación normal/acordada del servicio dentro de los tiempos acordados después de la ocurrencia de un incidente y responder a solicitudes de servicio de usuarios.
Gestión de problemas (PM)	Investigar la causa raíz de incidentes (recurrentes) para evitar la frutu recurrencia de incidentes mediante la resolución de causa subyacente, o asegurar que se cuenta con soluciones / correctivos provisionales.
Gestión de la configuración (CONFM)	Proveer y mantener un modelo lógico de todos los elementos de configuración y sus relaciones y dependencias.
Gestión de cambios (CHM)	Asegurar que los cambios a los CI se planean, aprueban, implementan y revisan de forma controlada para evitar impactos adversos de los cambios a los servicios o a los clientes que reciben los servicios.
Gestión de liberaciones y despliegues (RDM)	Agrupar cambios de uno o más elementos de configuración en liberaciones, de manera que estos cambios puedan probarse y desplegarse conjuntamente en el ambiente de producción.
Gestión de la mejora continua del servicio (CSI)	Identificar, priorizar, planear, implementar y revisar mejoras a servicios y a la gestión de servicios.

Este tipo de Marco de Procesos de Gestión de Servicios de TI ágil es de muy reciente creación (2016) y por lo tanto es poco conocido a nivel mundial. Sin embargo, se puede indicar que las siguientes organizaciones lo están ya usando: EGI (advanced comuting for research), Emergence Tech Ltd, PlanGrid, entre otras tomado como referencia de (fitsm.itemo.org, 2019).

---

### **3.1.3 Análisis de Procesos Tradicionales vs Ágiles de Gestión de Disponibilidad de Servicios de TI (Proceso en ITIL vs Proceso en FitSM)**

#### **3.1.3.1 Fase Diseño del Servicio ITIL V3**

La etapa de diseño del servicio tiene como objetivo principal el diseño de servicios nuevos o modificados. Es responsable del diseño de sistemas y herramientas para la gestión de la información, así como de procesos, arquitecturas de tecnologías y gestión de arquitectura. Todo esto enfocado en cumplir siempre con el actual SLA y sus futuras necesidades, es decir una vez identificado el servicio en la fase de Estrategia del Servicio la fase de Diseño del Servicio se encarga de analizar y ver la viabilidad de este. Para realizar este análisis se busca un equilibrio entre los recursos disponibles (personas, procesos, productos y proveedores), la funcionalidad del servicio y el tiempo disponible para satisfacer las necesidades del negocio.

El diseño del servicio está constituido por 8 procesos principales, que son los responsables de proporcionar información clave en el diseño de soluciones para el negocio, estos procesos son los siguientes:

- Coordinación del diseño.
- Gestión del catálogo de servicio.
- Gestión de niveles de servicio.
- Gestión de capacidad.
- Gestión de disponibilidad.
- Gestión de continuidad de servicios de TI.
- Gestión de seguridad de la información.
- Gestión de proveedores.

En la Figura 7 tomada como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) se muestran los 8 procesos de la fase de diseño del servicio, así como las actividades que cada uno de estos procesos debe realizar.

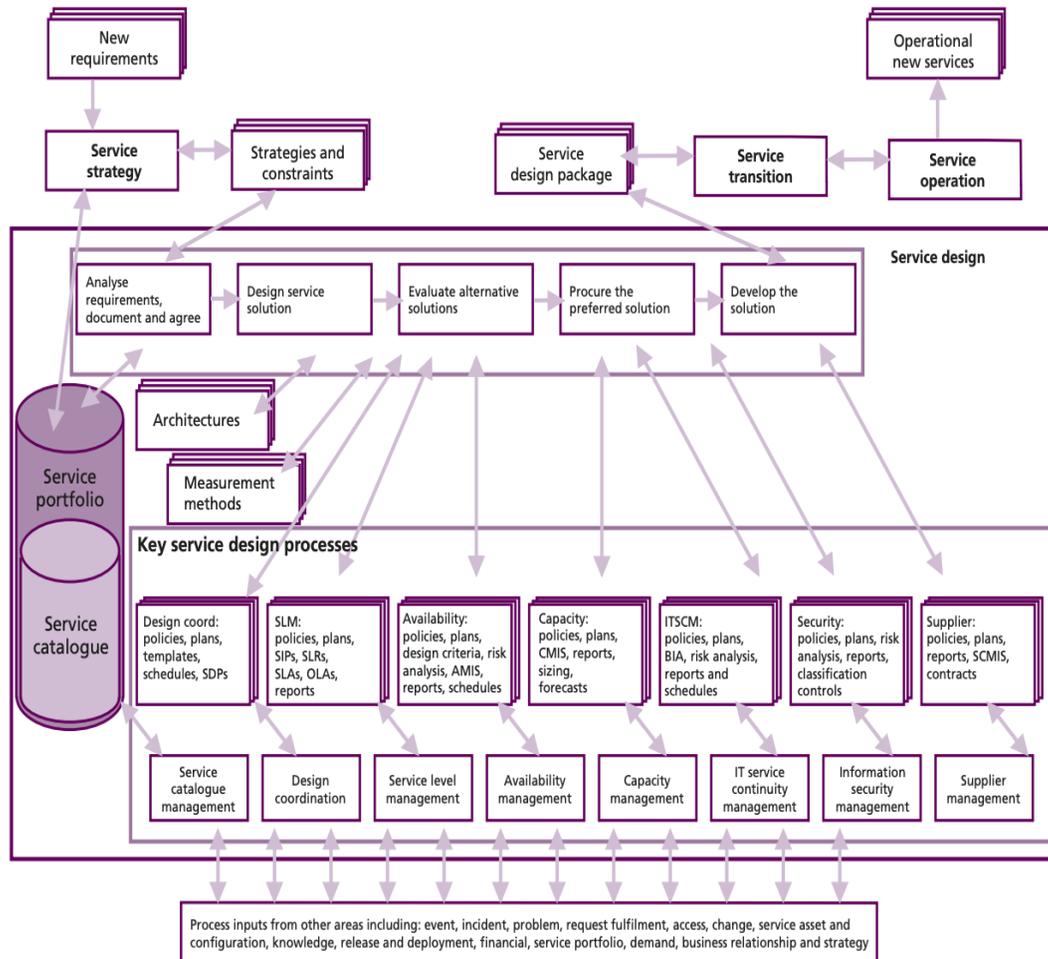


Figura 7. Procesos dentro de la fase de diseño (ITIL® Service Design, 2011).

- Coordinación del diseño:** Es el proceso responsable de coordinar todas las actividades de diseño de servicios, procesos y recursos. Asegura la consistencia y efectividad del diseño de servicios de TI, sistemas de información de gestión de servicios, arquitecturas, tecnologías, procesos, información y métricas, sean estos nuevos o modificados.
- Gestión de catálogo de servicio:** Es el proceso responsable de proporcionar y mantener el catálogo de servicio y de asegurar que esté disponible para aquellos que estén autorizados a acceder a él.

- **Gestión de niveles de servicio:** Es el proceso responsable de negociar acuerdos de nivel de servicios alcanzables y de asegurar que estos se cumplan. Es responsable de asegurar que todos los procesos de gestión de servicios de TI, acuerdos de nivel operativo y de los contratos de soporte sean adecuados para los objetivos de nivel de servicio acordados. Esta gestión monitorea e informa sobre los niveles de servicio, realiza revisiones periódicas de servicios con los clientes e identifica las mejoras requeridas.
- **Gestión de capacidad:** Es el proceso responsable de asegurar que la capacidad de los servicios de TI y la infraestructura de TI puedan cumplir con los requerimientos acordados, relacionados con la capacidad y el desempeño de una manera rentable y oportuna. La gestión considera todos los recursos necesarios para proporcionar un servicio de TI, y se preocupa de satisfacer las necesidades tanto de la capacidad actual y futura, así como del desempeño del negocio. La gestión de capacidad incluye tres subprocesos: gestión de capacidad del negocio, gestión de capacidad del servicio y gestión de capacidad del componente.
- **Gestión de disponibilidad:** Es el proceso responsable de asegurar que los servicios de TI cumplan con las necesidades actuales y futuras de disponibilidad del negocio de una manera rentable y oportuna. La gestión de disponibilidad define, analiza, planifica, mide y mejora todos los aspectos de la disponibilidad de los servicios de TI, y asegura que todas las infraestructuras de TI, procesos, herramientas, roles, etc. Sean apropiados para los objetivos de nivel de servicio acordado para la disponibilidad.
- **Gestión de Gestión de continuidad de servicios de TI:** Es el proceso responsable de gestionar los riesgos que podría afectar seriamente los servicios de TI. La gestión de continuidad de servicios de TI garantiza que el proveedor de servicios de TI siempre puede entregar niveles mínimos de servicio que hayan sido acordados, al reducir los riesgos a un nivel aceptable y planifica para la recuperación de los servicios de TI. La gestión de continuidad de servicios de TI da soporte a la gestión de continuidad del negocio.

- 
- **Gestión de seguridad de la información:** Es el proceso responsable de asegurar que la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos, información, datos y servicios de TI de una organización satisfagan las necesidades acordadas del negocio. La gestión de seguridad de la información de apoyo a la seguridad del negocio y tiene un alcance más amplio que el del proveedor de servicios de TI, e incluye el manejo de documentos, acceso a las instalaciones, llamadas telefónicas, etc. Para toda la organización. El proceso de gestión de seguridad de la información asegura que los aspectos de seguridad de los servicios y todas las actividades de la gestión del servicio son gestionadas de manera apropiada, controladas y alineadas a las necesidades del negocio y de los riesgos.
  - **Gestión de proveedores:** Su propósito es obtener valor por el dinero pagado a los proveedores, asegurándose que todos los contratos y acuerdos con proveedores apoyen las necesidades del negocio y que todos los proveedores cumplan sus compromisos contractuales.

Este caso práctico estará enfocado en la fase de diseño de servicio que contempla ITIL V3 comparándola con la fase equivalente (Planear y Asegurar) de una metodología ágil como lo es FitSM, centrándonos específicamente en el proceso de Gestión de Disponibilidad conocido en ITIL V3 y Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio como es conocido en FitSM, ya que actualmente en INEGI no se cuenta con una herramienta de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD) para el proyecto de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que ayude a la toma de decisiones con relación a las necesidades actuales y futuras de disponibilidad en este proyecto y otros que se manejan en INEGI.

A continuación en la Figura 8 se muestra un diagrama de las relaciones del servicio y sus dependencias tomado como referencia de (ITIL® Service Design, 2011).

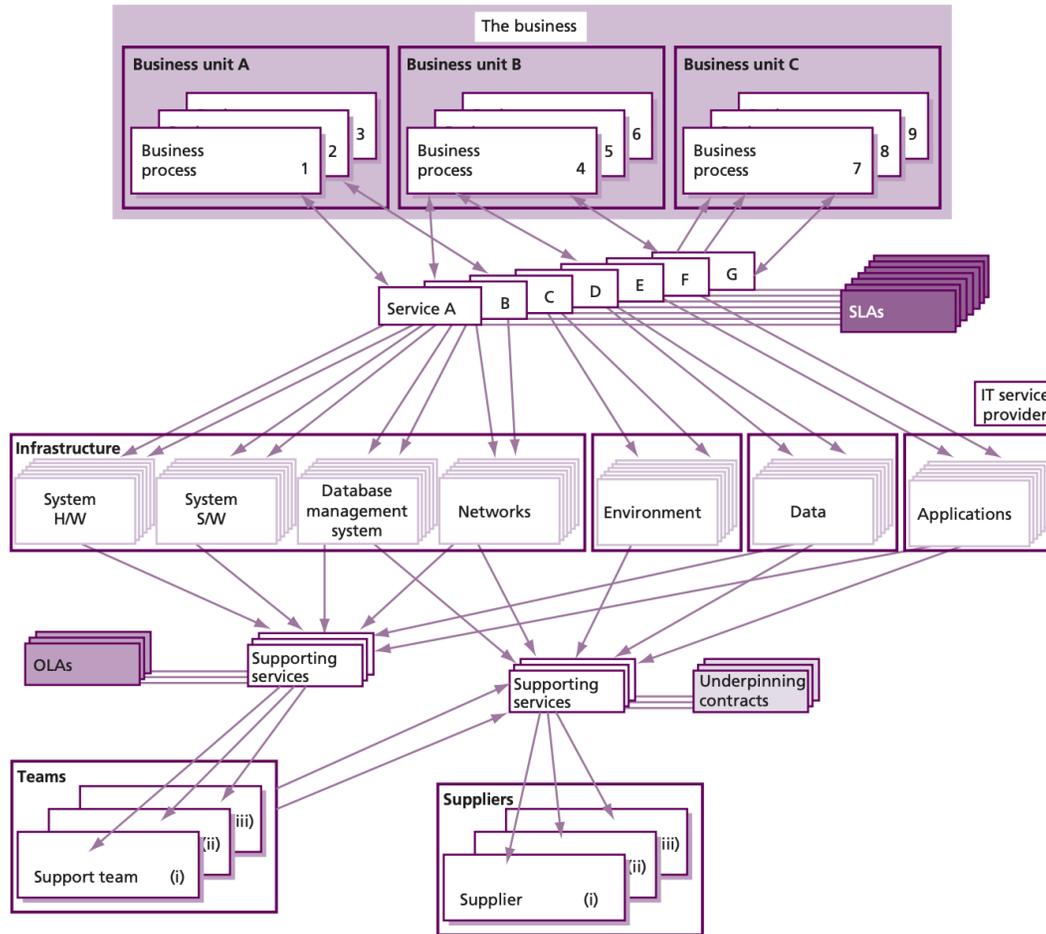


Figura 8. Relaciones de servicio y dependencias (ITIL® Service Design, 2011).

Ningún servicio puede ser diseñado y operado en aislamiento. La relación de cada uno de los servicios con sus componentes de soporte y servicios, debe ser claramente entendido y reconocido por todas las personas dentro de la organización proveedora de servicios.

### 3.1.3.2 Gestión de Disponibilidad ITIL V3

El ritmo del desarrollo tecnológico sigue aumentando. Debido a esto, el hardware y el software que se necesita se sigue expandiendo y son cada vez más diversos, a pesar de los esfuerzos de estandarización. Unas pocas horas de inactividad de la computadora pueden tener un impacto grave en la imagen de una empresa, las

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

---

satisfacciones del cliente son ahora más importantes que nunca. Esta es una de las razones por las que se espera que los sistemas informáticos estén disponibles los 7 días de la semana, las 24 horas del día.

El propósito de la Gestión de Disponibilidad es garantizar que el nivel de disponibilidad entregado en todos los servicios informáticos cumple con los niveles acordados. La Gestión de Disponibilidad se ocupa tanto de las necesidades de disponibilidad actuales y futuras del negocio, cubre el diseño, implementación, medición y disponibilidad de componentes.

Los objetivos de la Gestión de Disponibilidad son:

- Producir y mantener un adecuado plan de disponibilidad, actualizado que refleje las necesidades actuales y futuras del negocio.
- Proporcionar asesoramiento y orientación a todas las áreas del negocio, en todo lo relacionado con disponibilidad.
- Asegurar que los objetivos acordados mediante la Gestión de Disponibilidad se cumplan conforme a lo acordado con el negocio.
- Dar atención para el diagnóstico y resolución de incidentes relacionados con la disponibilidad.
- Evaluar el impacto de todos los cambios en el plan de disponibilidad y en los servicios.
- Asegurar que las medidas proactivas de mejora sean implementadas en la disponibilidad de servicios.

La gestión de disponibilidad debe optimizar continuamente y mejorar proactivamente la disponibilidad de la infraestructura informática, los servicios, con el fin de proporcionar mejoras de disponibilidad rentables que pueden entregar beneficios empresariales y al cliente.

---

Todos los procesos de la fase de diseño del servicio que están presentes en ITIL V3, Gestión de nivel de servicio, Gestión de la configuración, Gestión de la capacidad, Servicio de gestión de continuidad, Gestión de problemas, Gestión de incidentes, Gestión de seguridad y por último Gestión de cambios. Se relacionan con la Gestión de Disponibilidad siendo la Gestión de nivel de servicio el más importante, ya que este es responsable de negociar y administrar los acuerdos de niveles de servicio.

La gestión de disponibilidad contempla dos niveles interconectados:

- **Disponibilidad de servicio:** Esto involucra todos los aspectos de disponibilidad e indisponibilidad del servicio, así como el impacto de la disponibilidad de componentes o el impacto potencial de la indisponibilidad de los componentes del servicio.
- **Disponibilidad de componentes:** Esto involucra todos los aspectos relacionados con la disponibilidad e indisponibilidad de componentes.

El proceso de gestión de disponibilidad incluye dos elementos clave:

**Actividades reactivas:** Esta implica el seguimiento, medición, análisis y gestión de todos los eventos, incidencias y problemas que involucran disponibilidad, para garantizar que los actuales servicios y componentes entregan los niveles acordados de disponibilidad y responder adecuadamente cuando estos fallan.

Estas actividades se llevan a cabo principalmente dentro de la etapa de operación del servicio y están vinculadas al seguimiento y control.

Las actividades reactivas incluyen:

- Seguimiento, medición, análisis, revisado de servicio y componente de disponibilidad.

- Investigar el servicio y componentes para determinar acciones correctivas al servicio o los componentes, esto incluye mirar eventos, incidentes y problemas de indisponibilidad del servicio o de algún componente.

**Actividades proactivas:** Esta implica planificación, diseño y mejora de disponibilidad. Estas actividades son principalmente realizadas como parte del diseño y planificación de roles. Involucran el trabajo necesario para asegurar que los servicios nuevos o modificados puedan y entregaran los niveles de disponibilidad acordados.

Las actividades proactivas incluyen:

- Planificación y diseño de nuevos servicios o modificados.
  - Determinación de los requisitos de disponibilidad del negocio para mejorar el servicio de TI.
  - Formulación de la disponibilidad y criterios de diseño de recuperación para el soporte informático.
  - Definir los objetivos de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad para la TI.
  - Realizar evaluación y gestión de riesgos, para garantizar la prevención y/o recuperación de servicio y componentes.
- Evaluación y gestión de riesgos.
  - Determinar el impacto derivado del fallo del servicio y/o componente, con la finalidad de prevenir o minimizar el impacto en el negocio.
- Implementar contramedidas justificables en costos, incluyendo la reducción de riesgos.
- Revisar todos los servicios nuevos y modificados, probando todos los mecanismos de disponibilidad.
- Revisión y mejora continua.

A continuación, en la Figura 9 se muestra un diagrama del proceso de gestión de disponibilidad donde se pueden observar las actividades de los dos elementos clave descritos anteriormente tomado como referencia de (ITIL® Service Design, 2011).

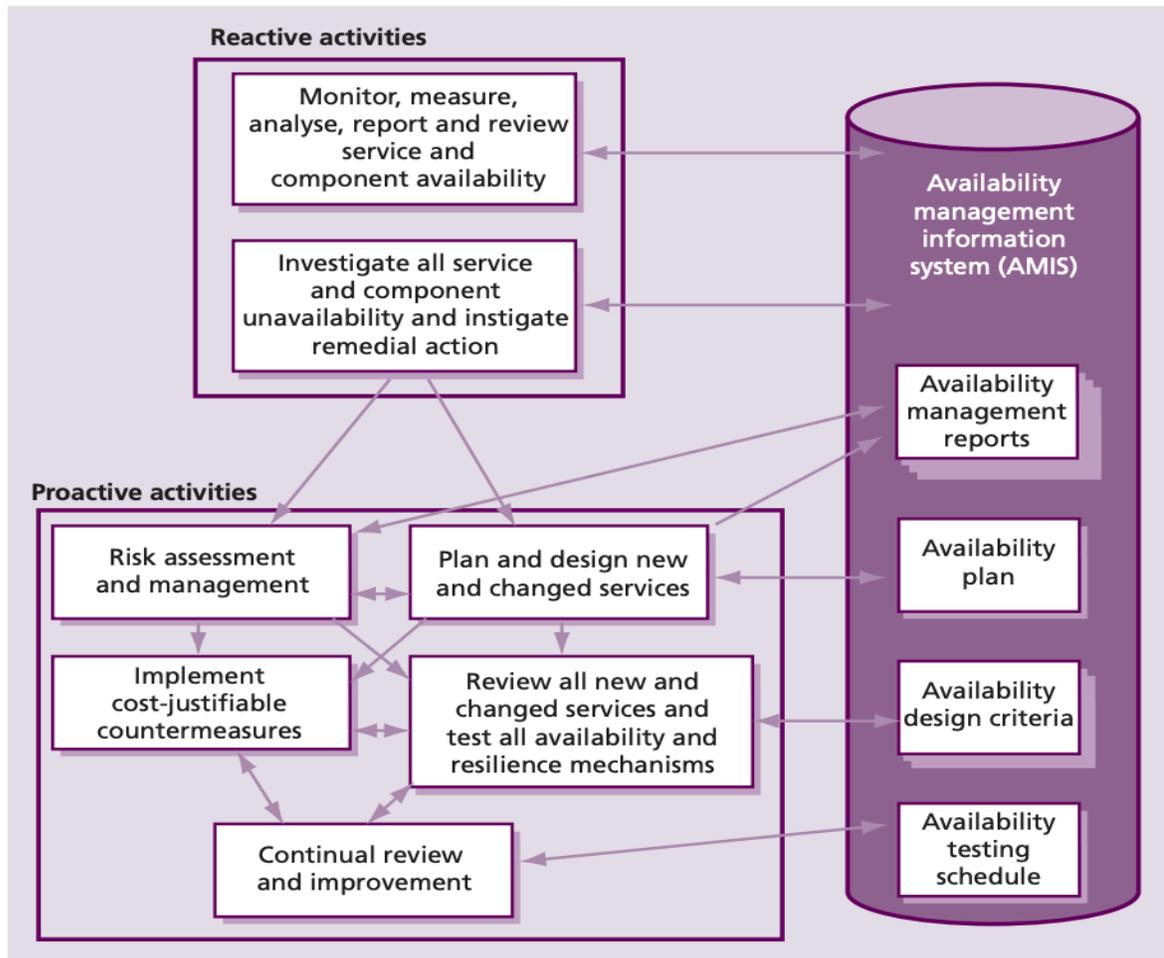


Figura 9. El proceso de gestión de la disponibilidad (ITIL® Service Design, 2011).

El proceso de la gestión de disponibilidad depende fuertemente en la medición del servicio y los componentes con respecto a disponibilidad. Es inevitable preguntar que medir y como expresarlo, esto dependerá de qué actividad se está apoyando, quienes son los destinatarios y cómo será la información utilizada. Es importante reconocer las diferentes perspectivas de disponibilidad para garantizar la medición y la presentación de informes satisfacen estas variadas necesidades.

La Gestión de Disponibilidad se basa en el seguimiento, medición, análisis y reporte de los siguientes aspectos:

### Disponibilidad

“La capacidad de un elemento de configuración o servicio para realizar la función acordada cuando sea necesario. La disponibilidad está determinada por la capacidad de mantenimiento, la capacidad de servicio, el rendimiento y la seguridad de la confiabilidad.” (ITIL® Service Design, 2011), a menudo se mide y se informa como un porcentaje. Se debe tener en cuenta que el tiempo de inactividad solo debe incluirse en el cálculo cuando se produce dentro del tiempo de servicio acordado (AST). A continuación, se muestra una fórmula tomada como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) para el cálculo del porcentaje de la disponibilidad basados en ITIL V3.

$$\text{Disponibilidad}(\%) = \frac{\text{Tiempo de servicio acordado}(AST) - \text{inactividad}(D)}{AST} \times 100$$

### Confiabilidad

“Una medida de cuánto tiempo un elemento de configuración de un servicio puede realizar su función acordada sin interrupción.” (ITIL® Service Design, 2011). La confiabilidad del servicio puede mejorar aumentando la confiabilidad de los componentes individuales o aumentando la resiliencia del servicio (es decir, aumentando la redundancia de componentes, por ejemplo, utilizando técnicas de equilibrio de carga). Esto a menudo se mide y se informa como el tiempo medio entre incidentes de servicio (MTBSI) o tiempo medio entre fallos (MTBF) tomado como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) con ligeras modificaciones a la fórmula para el cálculo de la confiabilidad según ITIL V3:

$$\text{Fiabilidad (MTBSI en horas)} = \frac{\text{Tiempo de servicio acordado}(AST)}{\text{Numero de caidas del sistema}(B)}$$

---

---

$$Fiabilidad (MTBSI \text{ en horas}) = \frac{\text{Tiempo de servicio acordado}(AST) - \text{Inactividad}(D)}{\text{Numero de caídas del sistema}(B)}$$

### **Mantenibilidad**

“Una medida de la rapidez y la eficiencia con la que un elemento de configuración o su servicio se puede restaurar a su funcionamiento normal después de una falla.” (ITIL® Service Design, 2011). Esto se mide y se informa como el tiempo medio para restaurar un servicio (MTRS) y se calcula utilizando la siguiente formulada tomada como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) con ligeras modificaciones a la fórmula para el cálculo de la mantenibilidad basados en ITIL V3:

$$\text{Mantenibilidad (MTRS en horas)} = \frac{\text{Inactividad}(D)}{\text{Numero de caídas del sistema}(B)}$$

### **Serviciabilidad**

“La capacidad de un proveedor tercero para cumplir los términos de su contrato. Este contrato incluirá niveles acordados de confiabilidad, mantenibilidad o disponibilidad para un elemento de configuración.” (ITIL® Service Design, 2011). El contrato deberá incluir niveles acordados de disponibilidad, confiabilidad y/o mantenibilidad para un servicio de soporte o componente.

En la Figura 10 tomada como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) se muestran el ciclo de vida ampliado del incidente, el cual contempla los aspectos de Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad y Serviabilidad, a medir en la gestión de disponibilidad.

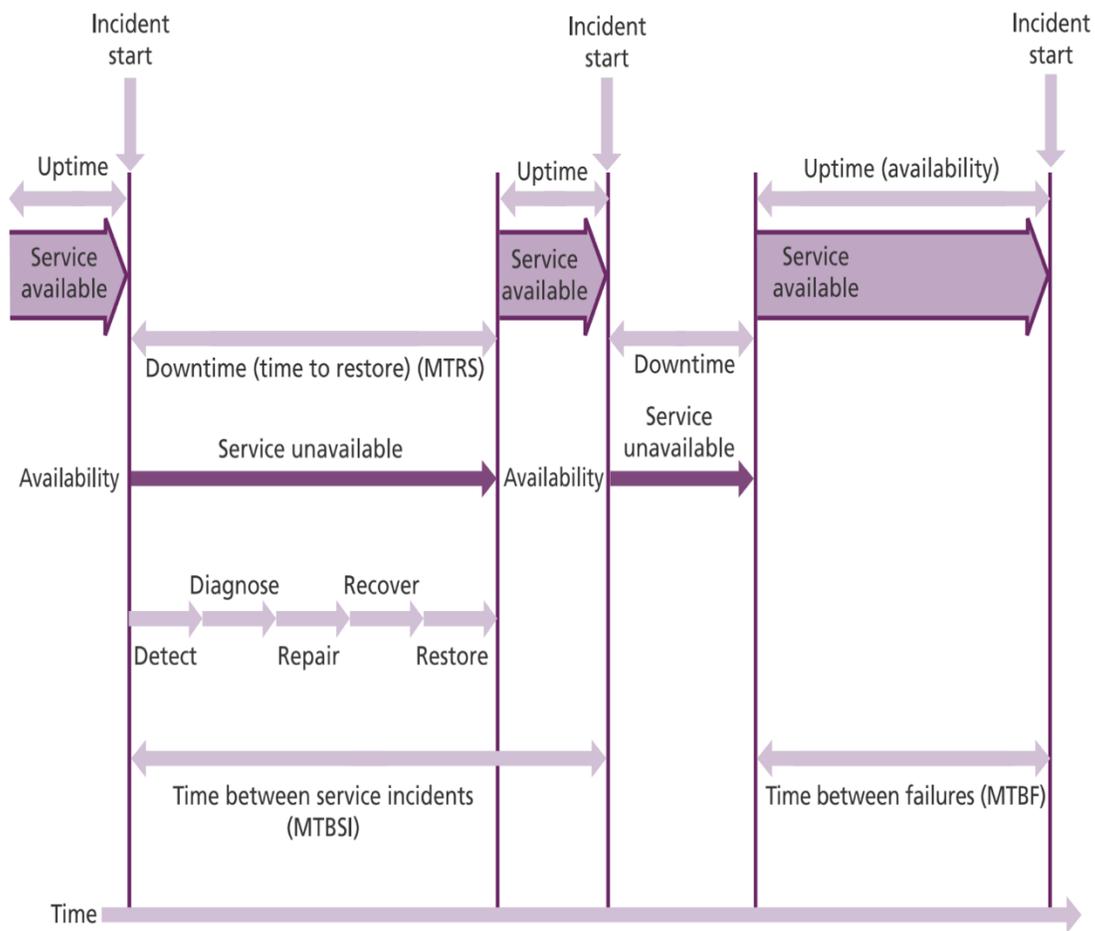


Figura 10. Ciclo de vida ampliado del incidente (ITIL® Service Design, 2011).

En la Figura 11 tomada como referencia de (ITIL® Service Design, 2011) se muestran las condiciones de disponibilidad y las interrelaciones que tiene la Disponibilidad, Confiabilidad, Mantenibilidad y Serviabilidad:

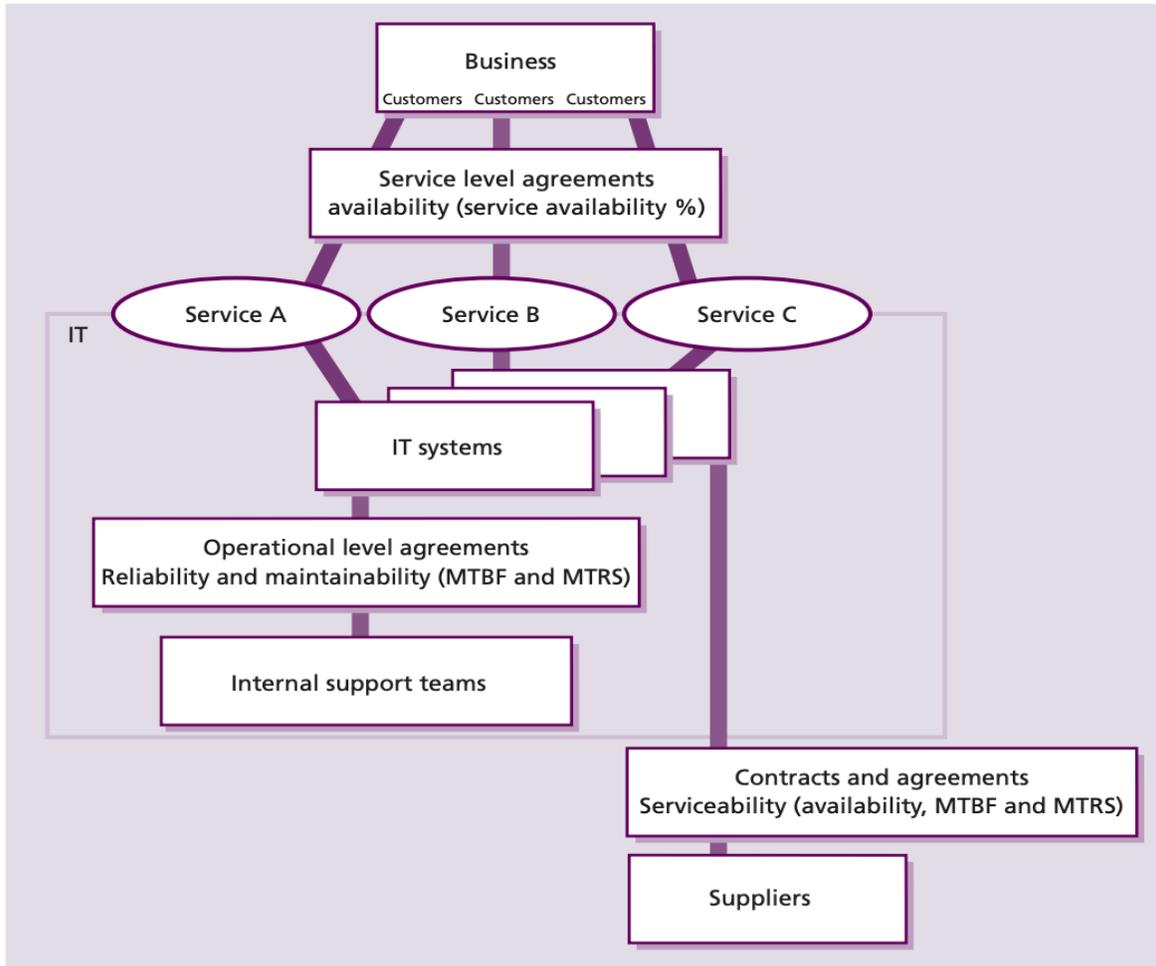


Figura 11. Condiciones de disponibilidad y medidas (ITIL® Service Design, 2011).

La gestión de disponibilidad enfrenta muchos desafíos, pero el principal desafío es realmente cumplir y gestionar las expectativas de los clientes, el negocio y la alta dirección. Estas expectativas son con frecuencia que los servicios siempre estarán disponibles y no solo con el acuerdo de niveles de servicio (SLA).

Otro de los retos de la gestión de disponibilidad es que esta debe tener acceso al nivel correcto de información de calidad basándonos en la necesidad del negocio actual de servicios de TI y sus planes para el futuro.

Uno de los desafíos principales a los que se enfrenta es la de convencer al negocio y a la alta gerencia de la inversión necesaria, ya que en la mayor parte de las ocasiones la inversión es reconocida una vez que han ocurrido fallas, pero una vez ocurrida esta ya es demasiado tarde. Persuadir empresas y clientes a invertir en la resiliencia a evitar la posibilidad de fallos que puedan ocurrir es un reto difícil, es por eso que la gestión de disponibilidad tiene que trabajar de la mano con la gestión de seguridad y la gestión de capacidad en producir las justificaciones necesarias para asegurar la inversión adecuada.

### 3.1.3.3 Diagrama IDEF0 Nivel 0 del Proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3

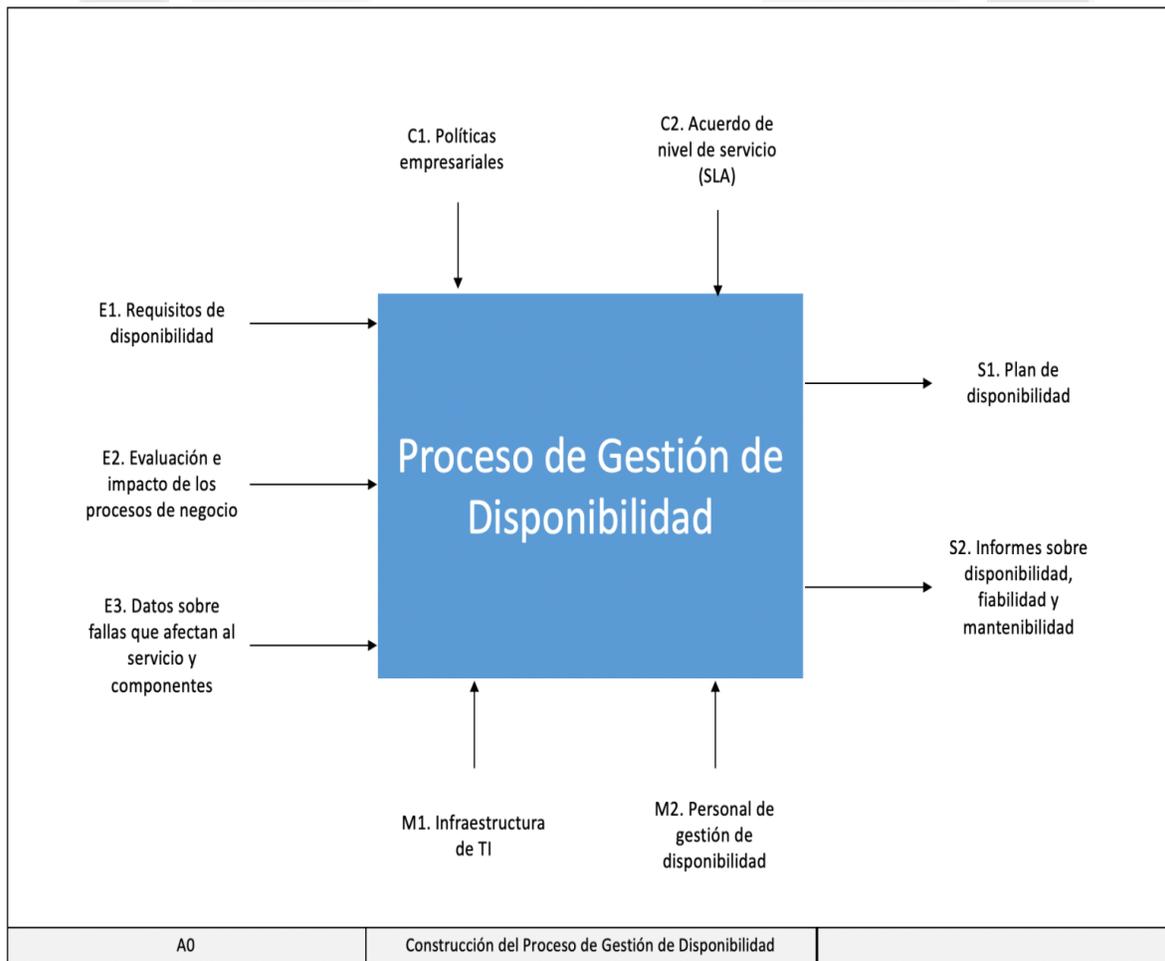


Figura 12. Diagrama de alto nivel proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3.

3.1.3.4 Diagrama IDEF0 Nivel 1 del Proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3

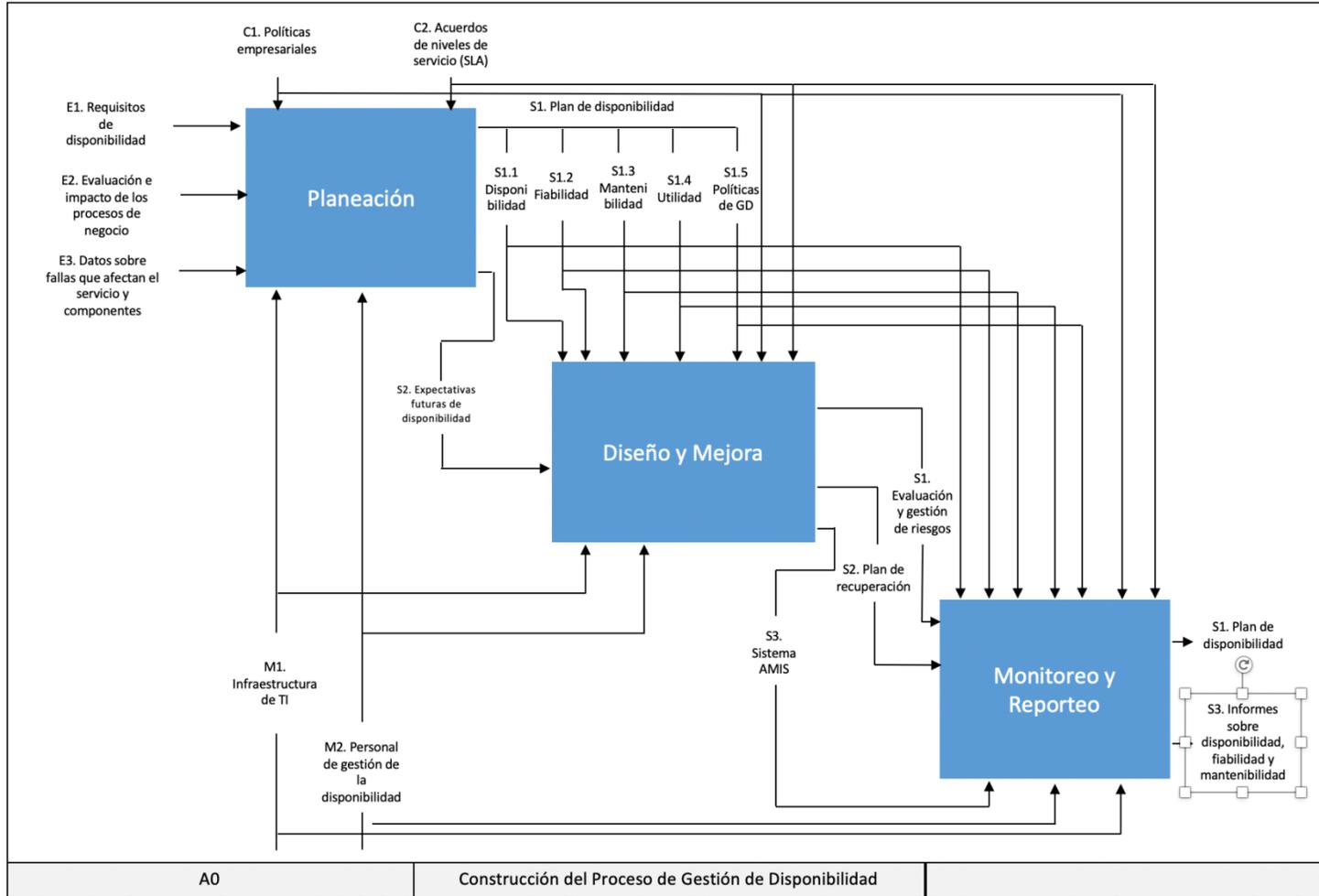


Figura 13. Diagrama Primer Nivel de Detalle ITIL V3.

### 3.1.3.5 Esquema IDEF0 detallado del Proceso de Gestión de Disponibilidad en ITIL V3

Tabla 3. Esquema detallado del proceso de Gestión de Disponibilidad ITIL V3.

		Control	
		C1. Políticas empresariales. C2. Acuerdo de nivel de servicio (SLA).	
Entradas	Funciones		Salidas
E1. Requisitos de disponibilidad. E2. Evaluación e impacto de los procesos del negocio. E3. Datos sobre fallas que afectan al servicio y componentes.	<p>Su propósito es garantizar que el nivel de disponibilidad entregado en todos los servicios informáticos cumple con los niveles acordados. Se ocupa de las necesidades de disponibilidad actuales y futuras del negocio.</p> <p><b>Planeación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculo de disponibilidad.</li> <li>• Calculo de Fiabilidad.</li> <li>• Calculo de Mantenibilidad.</li> <li>• Calculo de Utilidad.</li> <li>• Políticas de gestión de disponibilidad.</li> <li>• Plan a largo plazo relacionado con la disponibilidad en los próximos años.</li> </ul> <p><b>Diseño y mejora de disponibilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evita costos excesivos de desarrollo, gastos no planificados en etapas posteriores, puntos únicos de falla y retrasos en liberaciones.</li> <li>• Considera los periodos de indisponibilidad cuando se interrumpe un servicio.</li> <li>• Evaluación y gestión de riesgos.</li> <li>• Determinar quién está autorizado para acceder a áreas seguras.</li> <li>• Determinar qué autorizaciones críticas pueden ser estimadas.</li> <li>• Plan de recuperación.</li> </ul> <p><b>Monitoreo y reporte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de disponibilidad.</li> <li>• Informes sobre disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.</li> </ul> <p><b>Roles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestor de la disponibilidad.</li> </ul>		S1. Requisitos de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad. S2. Informes sobre disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.
		Mecanismos	
		M1. Infraestructura de TI. M3. Personal de gestión de disponibilidad.	

### **3.1.3.6 Fase de Planear y Asegurar FitSM**

La fase de Planear y asegurar en FitSM cuenta con tres procesos principales los cuales son los siguientes:

- Gestión de la relación con el proveedor externo.
- Gestión de la disponibilidad y continuidad del servicio.
- Gestión de la capacidad.

#### **Gestión de la relación con el proveedor externo (SUPPM)**

El objetivo de la gestión de la relación con el proveedor externo es establecer y mantener una relación saludable con los proveedores externos que soportan al proveedor de servicio en la entrega de servicios a sus clientes y monitorear su desempeño.

Las actividades que contempla la gestión de la relación con el proveedor externo son:

- Mantener la base de datos de proveedores.
  - Agregar un nuevo proveedor a la base de datos de proveedores.
  - Actualizar la información de un proveedor en la base de datos de proveedores.
  - Eliminar un proveedor de la base de datos de proveedores.
- Monitorear el desempeño del proveedor.
  - Medir y revisar el desempeño del proveedor basándose en los acuerdos con los proveedores.
  - Iniciar acciones de seguimiento en respuesta a rendimiento insuficiencia de los proveedores.

### **Gestión de disponibilidad y continuidad del servicio (SACM)**

El objetivo de la gestión de disponibilidad y continuidad del servicio es asegurar la disponibilidad suficiente del servicio para cumplir con los requerimientos acordados y la adecuada continuidad de servicio en caso de situaciones excepcionales.

Las actividades del proceso de gestión de disponibilidad y continuidad del servicio son las siguientes:

- Identificar y registrar la disponibilidad y continuidad del servicio.
- Evaluar los riesgos relacionados con la disponibilidad y continuidad del servicio.
- Mantener la disponibilidad del servicio y los planes de continuidad.
- Realizar pruebas de continuidad del servicio.
- Monitorear la disponibilidad y continuidad del servicio.

### **Gestión de la capacidad (CAPM)**

El objetivo de la gestión de la capacidad es asegurar que se proveen suficientes capacidades para cumplir con los requerimientos de capacidad y desempeño del servicio acordados. Lo que se obtiene de implementar el proceso de gestión de capacidad son los planes de capacidad, los cuales deben incluir:

- Metas de capacidad y desempeño acordadas/ requeridas.
- Incrementos de capacidad, disminuciones y reasignaciones de recursos planeados.
- Requerimientos para monitorear la capacidad y umbrales relacionados.

FitSM establece tres importantes aspectos que recordar cuando se realiza el proceso de gestión de capacidad estos tres aspectos son los siguientes:

- Identificar los requerimientos de desempeño del servicio (a partir de los SLA).

- Planear los recursos necesarios para cumplir con los requerimientos y producir un plan de capacidad.
- Monitorear el desempeño del servicio.

La Figura 14 tomada como referencia de (Advanced training in service operation and control slides, 2017) muestra las interfaces y las dependencias de los diferentes procesos que contempla FitSM y cuál es la relación entre la fase de planear y asegurar.

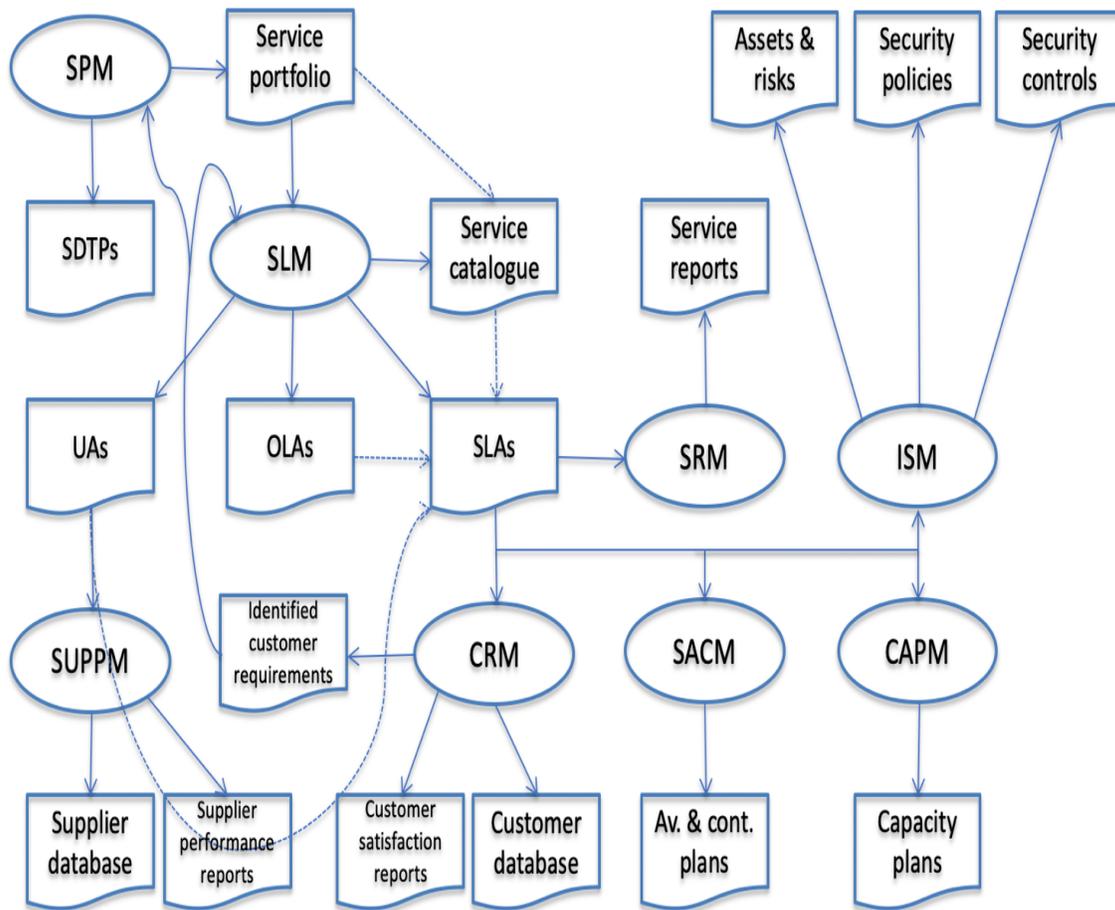


Figura 14. Resumen de interfaces de procesos clave (Advanced training in service operation and control slides, 2017).

---

### 3.1.3.7 Gestión de Disponibilidad FitSM

Es importante mencionar que FitSM contempla la gestión de disponibilidad del servicio y la gestión de continuidad del servicio como una sola fase (Gestión de Disponibilidad y la Continuidad del Servicio), esto con el propósito de hacer su implementación más sencilla y de una manera ágil. Por lo tanto, el objetivo de la gestión de disponibilidad y la continuidad del servicio en FitSM es asegurar suficiente disponibilidad del servicio para cumplir con los requerimientos acordados y una adecuada continuidad del servicio. FitSM define la disponibilidad como la habilidad de un servicio o componente de servicio de cumplir con su función asignada en un momento específico o durante un período de tiempo determinado.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Horas de servicio} - \text{tiempo de caída}}{\text{Horas acordadas de servicio}} \times 100$$

FitSM contempla diferentes requerimientos específicos relativos al proceso y para la gestión de disponibilidad y la continuidad del servicio (SACM):

- Los requerimientos de disponibilidad y continuidad del servicio se identificarán tomando en consideración los SLA.
- Se crearán y mantendrán los planes de disponibilidad y continuidad.
- Los planes de disponibilidad y de continuidad del servicio deberán considerar medidas para reducir la probabilidad y el impacto de los riesgos de disponibilidad y continuidad identificados.
- La disponibilidad de los servicios y componentes de servicios será monitoreada.

En un sistema de administración de servicios ágil, deben definirse los siguientes roles y ser asignados en la fase de Gestión de disponibilidad y la Continuidad del Servicio (SACM):

- Propietario del proceso SACM.
- Gestor de procesos SACM.
- Propietario del plan de disponibilidad / propietario del plan de continuidad.

---

## **Objetivos y actividades**

### **Objetivos**

- Garantizar la disponibilidad de servicio suficiente, para cumplir con los requisitos acordados y la continuidad del servicio adecuado, en caso de situaciones excepcionales.

### **Actividades: Configuración inicial de procesos**

- Identificar los requisitos más críticos de disponibilidad y continuidad del servicio, según los SLA y otras fuentes de información.
- Definir la estructura y el formato de un plan de disponibilidad y continuidad del servicio.
- Definir un enfoque para monitorear la disponibilidad y continuidad del servicio, así como para registrar los resultados de manera continua.

### **Entrada de proceso**

- Disponibilidad del servicio y requisitos de continuidad (SLA).
- Factores de riesgo que tienen un impacto en la capacidad de prestación del servicio según lo acordado en el plan de disponibilidad y objetivos de continuidad.

### **Actividades: Ejecución de procesos en curso**

- Identificar, registrar la disponibilidad del servicio y los requisitos de continuidad.
- Evaluar los riesgos de la disponibilidad y continuidad del servicio.
- Mantener planes de disponibilidad y continuidad del servicio.
- Realizar pruebas de continuidad del servicio.
- Monitorear la disponibilidad y continuidad del servicio.

### **Salida de proceso**

- Disponibilidad del servicio y planes de continuidad.
- Disponibilidad del servicio y monitoreo de planes de continuidad.
- Disponibilidad del servicio y monitoreo de informes de continuidad.

Tabla 4. Disponibilidad de servicios y gestión de continuidad (Overview and vocabulary, 2016).

<b>PR4 Service Availability &amp; Continuity Management (SACM)</b>	
<b>OBJECTIVE</b>	To ensure sufficient service availability to meet agreed requirements and adequate service continuity in case of exceptional situations
<b>ACTIVITIES: INITIAL PROCESS SETUP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify the most critical service availability and continuity requirements based on SLAs and other sources of information.</li> <li>• Define the structure and format of a (generic) service availability and continuity plan.</li> <li>• Define an approach to monitor service availability (and continuity) and to record the results on an ongoing basis.</li> </ul>
<b>PROCESS INPUTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service availability and continuity requirements (e.g. from SLAs)</li> <li>• Risk factors having impact on the capability of delivering services according to agreed availability and continuity targets</li> </ul>
<b>ACTIVITIES: ONGOING PROCESS EXECUTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify and record service availability and continuity requirements</li> <li>• Assess risks related to service availability and continuity</li> <li>• Maintain service availability and continuity plans</li> <li>• Perform service continuity tests</li> <li>• Monitor service availability and continuity</li> </ul>
<b>PROCESS OUTPUTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service availability and continuity plans</li> <li>• Service availability and continuity monitoring plans / concept</li> <li>• Service availability and continuity monitoring records / reports</li> </ul>

**Modelo de conducta recomendado**

**Propietario del proceso SACM**

- Tareas genéricas de un proceso aplicadas en el contexto de la SACM.

**Gestor de procesos SACM**

- Identificar la disponibilidad y continuidad del servicio.
- Asegurar de que las aportaciones / contribución es requeridas para producir los planes de disponibilidad y continuidad son proporcionados pertinentemente.
- Producir, mantener y revisar todos los planes de disponibilidad y planes de continuidad regularmente.
- Asegurar que las medidas para aumentar el servicio de disponibilidad y continuidad son planeados y ejecutados bajo el control de la gestión del cambio.
- Actuar como punto de contacto en caso de dudas en cuanto a disponibilidad y continuidad del servicio.

**Propietario del plan de disponibilidad / propietario del plan de continuidad**

- Crear y mantener el plan de disponibilidad y el plan de continuidad bajo su propiedad.
- Asegurar que las partes interesadas relevantes en los planes consultan los contextos del plan, informando al crear, actualizar o de implementar el plan.
- Asegurar de que el plan y las actualizaciones a él sean aprobadas de acuerdo con las autoridades pertinentes.
- Basado en los contenidos del plan final o el plan aprobado, planificar presentar solicitudes de cambios o activar el proceso de mejora continua del servicio.
- En caso de un plan de continuidad, asegurarse de que se identifican las necesidades para probar el plan y las pruebas de medidas preventivas o reactivas son realizadas regularmente.

Tabla 5. Roles Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM (Overview and vocabulary, 2016).

Role	Tasks	Ca. number of persons performing this role
Process owner SACM	<i>Generic tasks of a process owner applied in the context of SACM</i>	1 in total
Process manager SACM	<p><i>Generic tasks of a process manager, plus:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identify service availability and continuity requirements</li> <li>• Ensure that the input / contributions required to produce service availability and continuity plans are provided by relevant parties</li> <li>• Produce, maintain and review all service availability and continuity plans regularly</li> <li>• Ensure that measures to increase service availability and continuity (according to plans) are planned and implemented under the control of the change management process</li> <li>• Act as a contact point in case of questions regarding service availability and continuity requirements and measures</li> </ul>	1 in total
Availability plan owner / continuity plan owner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Create and maintain the availability or continuity plan under his/her ownership</li> <li>• Ensure that relevant stakeholders in the context of the plan are consulted and informed when creating, updating or implementing the plan</li> <li>• Ensure the plan and any updates to it are approved according by relevant authorities</li> <li>• Based on the contents of the final / approved plan, raise requests for changes or trigger the continual service improvement process as required</li> <li>• In case of a continuity plan: Ensure that the needs for testing the plan are identified and tests of preventive or reactive measures are performed regularly</li> </ul>	1 per availability plan / continuity plan

**3.3.1.8 Diagrama IDEF0 de Nivel 0 del Proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM**

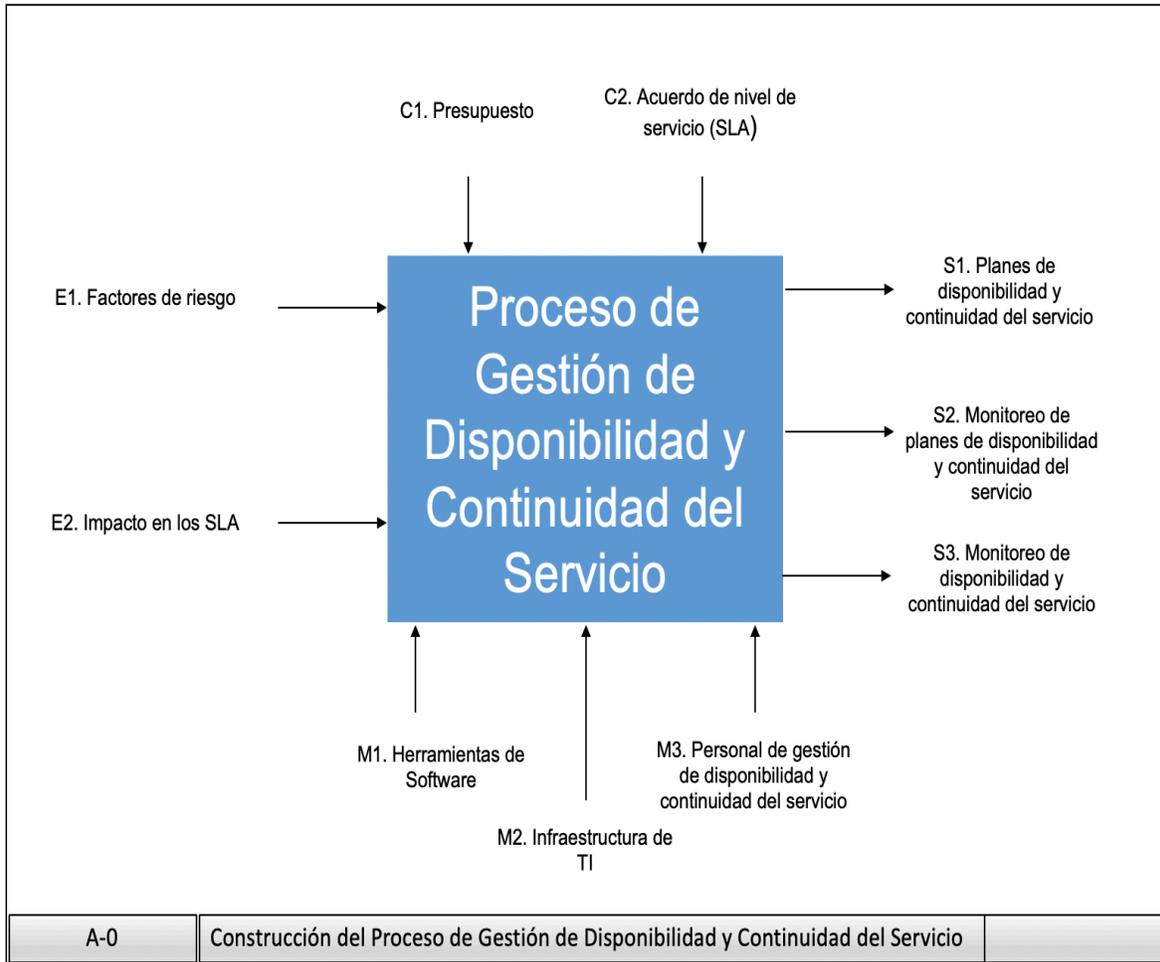


Figura 15. Diagrama de alto nivel proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM.

3.1.3.9 Diagrama IDEF0 de Nivel 1 del Proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM

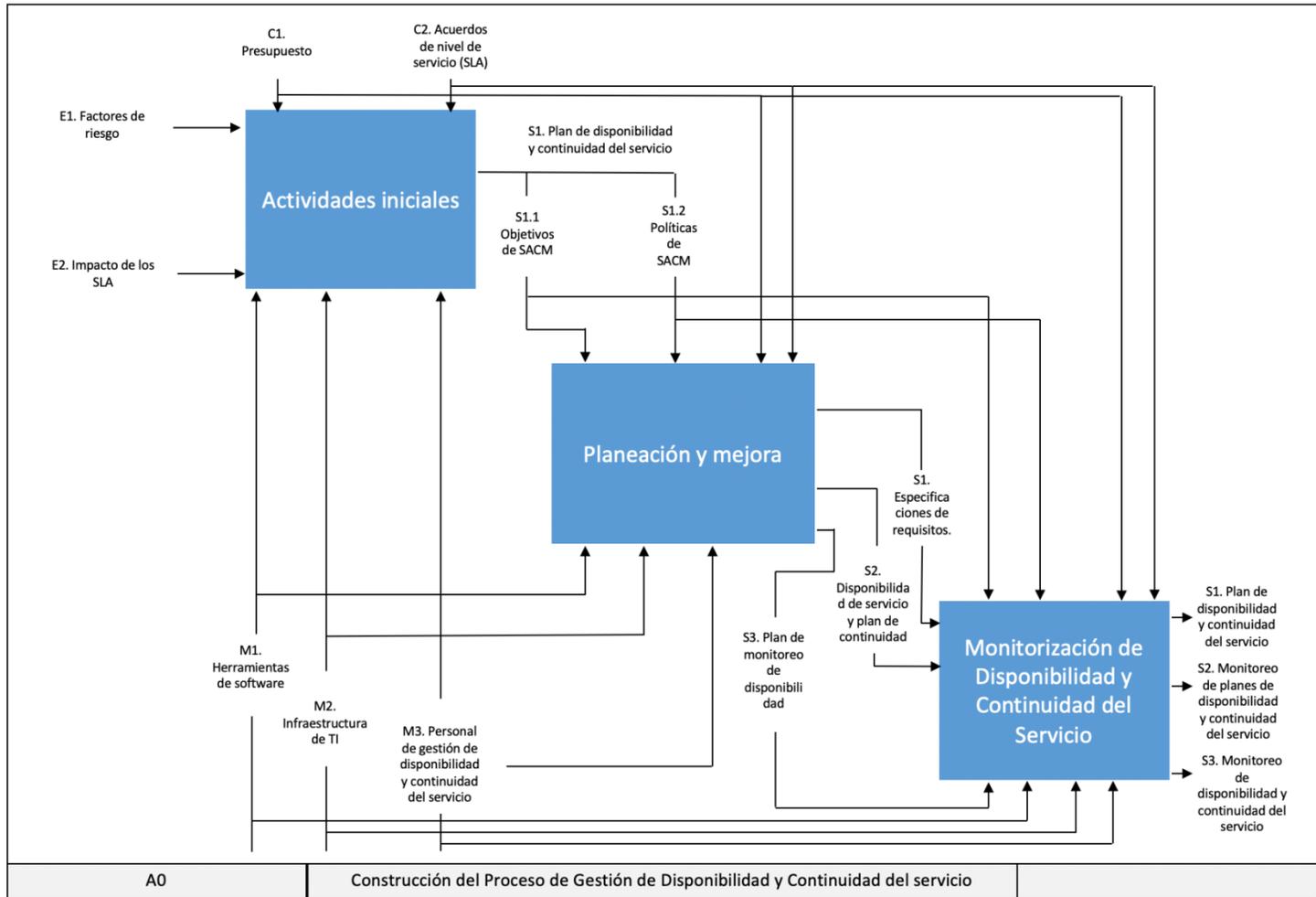


Figura 16. Diagrama IDEF0: Primer Nivel de Detalle FitSM.

### 3.1.3.10 Esquema IDEF0 detallado del Proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del Servicio FitSM

Tabla 6. Esquema detallado del proceso de Gestión de Disponibilidad y Continuidad del servicio FitSM.

	<b>Control</b>	
	C1. Presupuesto. C2. Acuerdo de nivel de servicio (SLA).	
<b>Entradas</b>	<b>Funciones</b>	<b>Salidas</b>
E1. Factores de riesgo. E2. Impacto en los SLA.	Su propósito es garantizar la disponibilidad de servicio suficiente, para cumplir los requisitos acordados y la continuidad del servicio del servicio adecuada, en caso de situaciones excepcionales. Consta de las siguientes actividades:  <b>Actividades Iniciales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los requisitos más críticos de disponibilidad y continuidad del servicio, Según los SLA.</li> <li>• Objetivos de la disponibilidad y continuidad del servicio.</li> <li>• Definir la estructura y el formato de un plan de disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Definir un enfoque para monitorear la disponibilidad y continuidad.</li> </ul> <b>Planeación y mejora</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de monitoreo de disponibilidad.</li> <li>• Evaluar los riesgos de la disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Mantener planes de disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Realizar pruebas de continuidad.</li> </ul> <b>Monitorización de disponibilidad y continuidad del servicio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear la disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Monitoreo de planes de disponibilidad y continuidad.</li> </ul> <b>Roles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario del proceso SACM.</li> <li>• Gestor de procesos SACM.</li> <li>• Propietario de plan de disponibilidad y continuidad.</li> </ul>	S1. Planes de disponibilidad y continuidad del servicio. S2. Monitoreo de planes de disponibilidad y continuidad del servicio. S3. Monitoreo de disponibilidad y continuidad del servicio.
	<b>Mecanismos</b>	
	M1. Herramientas de software. M2. Infraestructura de TI. M3. Personal de gestión de disponibilidad y continuidad del servicio.	

**3.1.3.11 Cuadro comparativo Procesos Tradicionales vs Ágiles de Gestión de Disponibilidad de Servicios de TI (Proceso en ITIL vs Proceso en FitSM)**

Tabla 7. Cuadro comparativo procesos tradicionales vs ágiles de Gestión de Disponibilidad de servicios.

	<b>ITIL V3</b>	<b>FitSM</b>
<b>Fases</b>	<p><b>Fase de Diseño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación del diseño.</li> <li>• Gestión del catálogo de servicio.</li> <li>• Gestión de niveles de servicio.</li> <li>• Gestión de capacidad.</li> <li>• Gestión de disponibilidad.</li> <li>• Gestión de continuidad de servicios de TI.</li> <li>• Gestión de seguridad de la información.</li> <li>• Gestión de proveedores.</li> </ul>	<p><b>Fase Planear y Asegurar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la relación con el proveedor externo (SUPPM).</li> <li>• Gestión de la disponibilidad y continuidad del servicio (SACM).</li> <li>• Gestión de la capacidad (CAPM).</li> </ul>
<b>Roles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestor de disponibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propietario del proceso SACM.</li> <li>• Gestor de procesos SACM.</li> <li>• Propietario de plan de disponibilidad / Propietario de plan de continuidad.</li> </ul>
<b>Actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculo de disponibilidad.</li> <li>• Calculo de Fiabilidad.</li> <li>• Calculo de Mantenibilidad.</li> <li>• Calculo de Utilidad.</li> <li>• Políticas de gestión de disponibilidad.</li> <li>• Plan a largo plazo relacionado con la disponibilidad en los próximos años.</li> <li>• Evita costos excesivos de desarrollo, gastos no planificados en etapas posteriores, puntos únicos de falla y retrasos en liberaciones.</li> <li>• Considera los periodos de indisponibilidad cuando se interrumpe un servicio.</li> <li>• Evaluación y gestión de riesgos.</li> <li>• Determinar quién está autorizado para acceder a áreas seguras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los requisitos más críticos de disponibilidad y continuidad del servicio, Según los SLA.</li> <li>• Objetivos de la disponibilidad y continuidad del servicio.</li> <li>• Definir la estructura y el formato de un plan de disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Definir un enfoque para monitorear la disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Plan de monitoreo de disponibilidad.</li> <li>• Evaluar los riesgos de la disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Mantener planes de disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Realizar pruebas de continuidad.</li> <li>• Monitorear la disponibilidad y continuidad.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar qué autorizaciones críticas pueden ser estimadas.</li> <li>• Plan de recuperación.</li> <li>• Plan de disponibilidad.</li> <li>• Informes sobre disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de planes de disponibilidad y continuidad.</li> </ul>
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de medición y reporte.</li> <li>• Documentación de configuración requerida.</li> <li>• Copias de seguridad y restauración.</li> <li>• Metodología de sustitución de consumibles.</li> <li>• Vigilancia.</li> <li>• Herramientas para creación de planes de disponibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de software para medir la disponibilidad y continuidad.</li> <li>• Herramientas para identificar factores de riesgos.</li> <li>• Herramienta para creación de planes de disponibilidad y continuidad.</li> </ul>
<b>Artefactos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware.</li> <li>• Software.</li> <li>• Redes.</li> <li>• Servicios.</li> <li>• Personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura de TI.</li> <li>• Hardware.</li> <li>• Software.</li> </ul>



**3.1.4 Métricas y Fórmulas usadas en Gestión de Disponibilidad (Genéricas de Ingeniería Industrial y Específicas para Servicios de TI)**

El funcionamiento confiable de los sistemas integrados es una preocupación primordial para los miles de millones de usuarios que dependen de estos sistemas todos los días. Desafortunadamente, la mayoría de los sistemas integrados aún no cumplen con las expectativas de confiabilidad y disponibilidad de los usuarios. La disponibilidad del sistema se calcula modelando el sistema como una interconexión de partes en serie y paralelo. Existen diferentes reglas que nos permiten decidir si los componentes están o deben colocarse en serie o en paralelo.

**Disponibilidad en serie**

La configuración en serie ocurre cuando se requieren dos o más componentes en orden para que el sistema esté disponible. En esta configuración, si alguno de los componentes falla el sistema se considera no disponible. A continuación, en la Figura 17 tomada como referencia de (Calculating Total System Availability, 2014) se muestra un ejemplo de un sistema con dos componentes en serie.



Figura 17. Sistema con dos componentes en serie (Calculating Total System Availability, 2014).

De esto se deduce que la disponibilidad combinada del sistema es el producto de la disponibilidad de las dos partes. La disponibilidad combinada se representa con la siguiente ecuación tomada como referencia de (EventHelix.com, 2017):

$$A = A1 \times A2$$

Algunas de las implicaciones de la ecuación anterior son que la disponibilidad combinada de dos componentes en serie es siempre menor que la disponibilidad de sus componentes individuales.

### Disponibilidad en paralelo

A diferencia de la configuración en serie, los componentes en paralelo son componentes idénticos, dos o más componentes cumplen con una misma función. Es decir, si el fallo de una parte lleva a que la otra parte se haga cargo de las operaciones de la parte fallida, se considera que las dos partes funcionan en paralelo. A continuación, en la Figura 18 tomada como referencia de (Calculating Total System Availability, 2014) se muestra un ejemplo de un sistema con dos componentes paralelos.

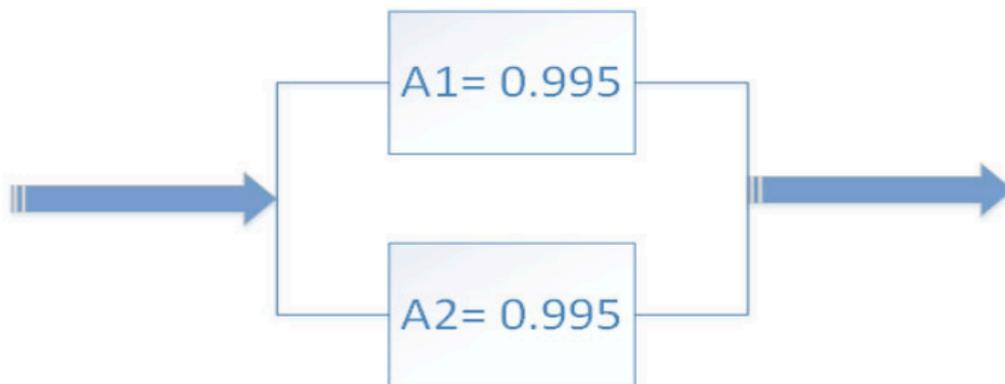


Figura 18. Sistema con dos componentes paralelos (Calculating Total System Availability, 2014).

De esto se deduce que si ambos componentes fallan el sistema no estará disponible. Por el contrario, si uno de los dos componentes se encuentra activo el sistema estará disponible. La disponibilidad en paralelo se representa con la siguiente ecuación tomada como referencia de (EventHelix.com, 2017):

$$A(\text{Parallel}) = 1 - \text{Unavailanility}(\text{Parallel}) = 1 - \prod [1 - A(\text{Component}_i)]$$

Las implicaciones de la ecuación anterior son que la disponibilidad combinada de dos componentes en paralelo siempre es mucho mayor que la disponibilidad de sus componentes individuales.

Una vez identificada la conectividad del modelo del sistema paralela o en serie es necesario calcular la disponibilidad de los componentes individuales. Este cálculo se logra obteniendo los valores de MTBF (tiempo medio entre fallas) y MTTR (tiempo medio de reparación) estos parámetros se estiman por cada componente del sistema.

### **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

El tiempo medio entre fallas, como su nombre lo indica, es el tiempo promedio entre fallas de los componentes. Es una medida básica de la confiabilidad y disponibilidad de un sistema y generalmente se representa como unidades de horas. La información de MTBF se puede obtener de las hojas de datos de los fabricantes de hardware, si el hardware se desarrolla internamente el grupo de hardware proporcionaría la información de MTBF.

### **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

El tiempo medio de reparación (o recuperación) es el tiempo promedio (esperado) que se tarda en reparar un módulo fallido. Este tiempo incluye el periodo que lleva detectar el defecto, así como el tiempo que lleva reparar físicamente el módulo fallido. Al igual que el MTBF, el MTTR generalmente se indica en unidades de horas. Para calcular las estimaciones del MTTR existen dos aspectos a tomar en cuenta, el primero es el MTTR de hardware y este podría verse como el tiempo medio para reemplazar un módulo de hardware fallido, para el segundo MTTR de software se puede calcular como el tiempo necesario para reiniciar el sistema después de que se detecta una falla de software.

Con estos valores se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Cuanto mayor sea el valor de MTBF, mayor será la confiabilidad y disponibilidad del sistema.
- MTTR afecta la disponibilidad, esto significa que si lleva mucho tiempo recuperar un sistema tendrá una baja disponibilidad.
- Se puede lograr una alta disponibilidad si MTBF es muy grande en comparación con MTTR.

Una vez que se conocen los valores de MTBF y MTTR, la disponibilidad del componente se puede calcular utilizando la siguiente fórmula tomada como referencia de (EventHelix.com, 2017):

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Una vez calculado la disponibilidad de los componentes individuales se debe calcular la disponibilidad de todo el sistema. Basándose en las fórmulas de cálculo de disponibilidad en serie y en paralelo.

Es obvio que cuantos más detalles incluyamos en el modelo, más resultados precisos obtendremos. Pero esto incrementaría el tiempo de cálculo de la disponibilidad y la complejidad del modelo.

### **3.1.5 Sistemas de Soporte a Toma de Decisiones**

Sistema de soporte a toma de decisiones (DSS por sus siglas en inglés de Decisión Support Systems). Es un sistema de información basado en computadora que es iterativo, flexible y adaptable, posee herramientas que permiten obtener oportunamente la información requerida durante el proceso de toma de decisiones.

El apoyo a la toma de decisiones significa ayudar a los niveles gerenciales de las organizaciones a reunir inteligencia, generar alternativas y tomar decisiones, contribuyendo a la estimación, la evaluación y/o la comparación de alternativas.

Según (Sprague y Carlson, 1982) “DSS comprende una clase de sistema de información general para apoyar las actividades de toma de decisiones de los gerentes y otros trabajadores del conocimiento en las organizaciones”. Los DSS son sistemas auxiliares, no están destinados a remplazar a los expertos tomadores de decisiones, estos deben ser considerados cuando dos suposiciones parecen razonables, primero es probable que una buena información mejore la toma de decisiones, segundo los gerentes necesitan y quieren soporte informático para tomar decisiones.

Aunque el término “Sistema de apoyo a la decisión” tiene muchas connotaciones, basados en la investigación pionera de Steven Alter (1980) podemos identificar tres características principales:

- Los DSS, están diseñados específicamente para facilitar los procesos de decisión.
- DSS debería apoyar en lugar de automatizar la toma de decisiones.
- El DSS debe poder responder rápidamente a las necesidades cambiantes de la empresa.

En todas estas situaciones, la información de gestión y los análisis deben tener una serie de características, la información debe ser oportuna y actual. También, la información de gestión debe ser precisa, relevante y completa, estableciendo que en todo momento la información deberá estar disponible para ser consultada por los gerentes.

En resumen, la información de gestión debe resumirse y ser concisa, cualquier sistema de soporte debe tener una opción para que los gerentes obtengan

información más detallada. Los DSS deben proporcionar información y análisis actuales y oportunos que sean precisos, relevantes y completos. Los gerentes quieren la información correcta, en el momento adecuado, en el formato correcto y al costo correcto, estos requisitos del sistema parecen simples y directos, pero satisfacerlos sigue siendo un reto.

La metodología de desarrollo para la construcción del DSS, se basará en (Mora, Wang, Gelman & Kljajic, 2011). El flujo del proceso, sus fases y actividades, es mostrado en la Figura 19.

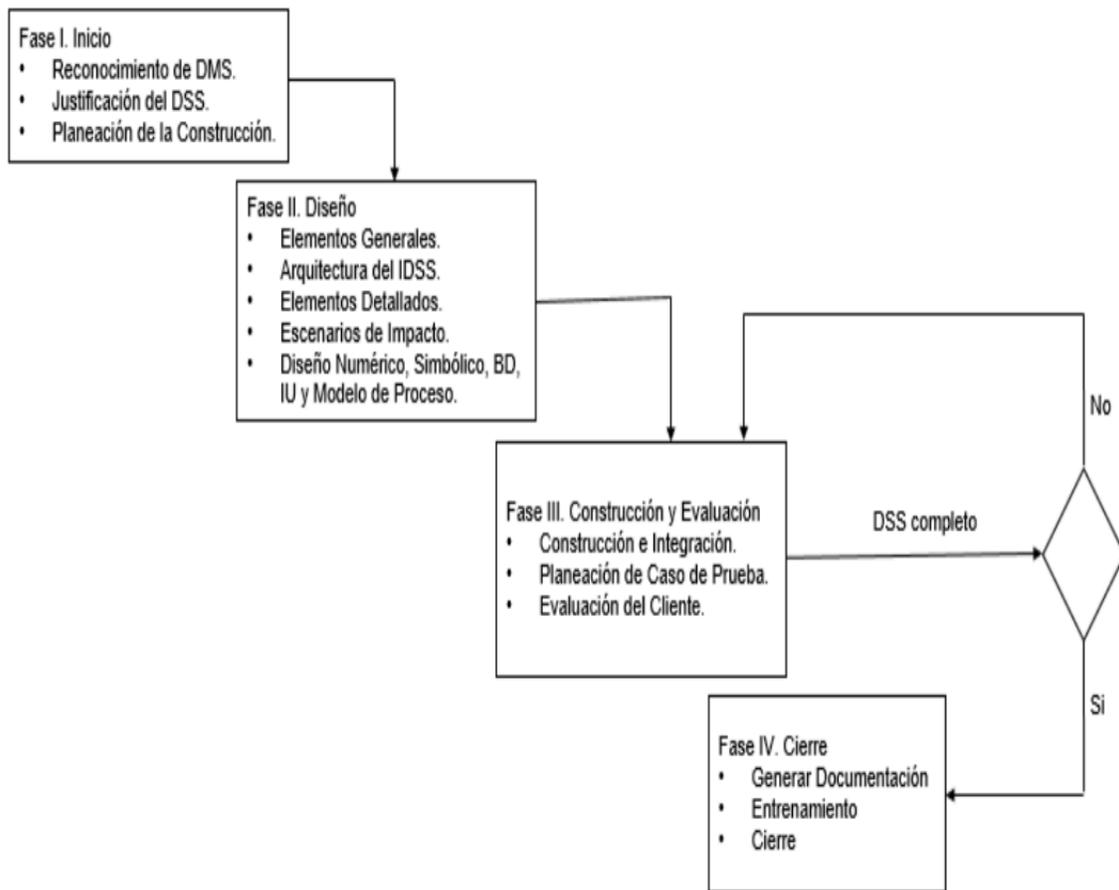


Figura 19. Fases y Actividades para la construcción de un DSS según (Mora et al., 2011).

---

## 3.2 REVISIÓN DE INTERVENCIONES SIMILARES

### 3.2.1 Caso Similar #1 (Sascha Bosse, Christian Schulz & Klaus Turowski, 2014)

Nombre del artículo: Predicting Availability and Response Times of IT Services.

El artículo describe la importancia de cumplir con SLA para los servicios de TI, ya que la violación de estas garantías puede dar lugar a costes de penalización y una pérdida de reputación para el proveedor de servicios de TI. Además, plantea un enfoque de predicción de disponibilidad de servicios de TI basado en la simulación. Los autores mencionan que, dos aspectos cruciales de la calidad que deben considerarse en los SLA son la disponibilidad y el tiempo de respuesta (Keller y Ludwig, 2003) debido al hecho que solo un servicio que está disponible y de respuesta rápida puede apoyar los procesos de negocio de los usuarios de servicios de TI.

Los autores mencionan lo complejo que es utilizar un método de predicción para la disponibilidad de sistemas de TI, que se adapte a las necesidades de la empresa, ya que los modelos existentes no contemplan todo el entorno de un sistema de TI, debido a lo complejo que pueden llegar a ser así como la falta de datos de medición que se tiene de los sistemas de TI. A pesar de que existen diferentes métodos para predecir la disponibilidad cualitativa y cuantitativamente, ninguno de los métodos considera el entorno completo de los sistemas de TI (hardware, software y recursos humanos).

El artículo también describe la recomendación por parte de la Biblioteca de Infraestructura de TI (ITIL) por hacer uso de modelos de predicción para apoyar los procesos de toma de decisiones en la gestión de entornos de sistemas TI.

Por lo anterior mencionado los autores optaron por crear un modelo de predicción que contemplara diferentes aspectos de los sistemas de TI, eligiendo un modelo de

simulación que se basa en el modelo de disponibilidad de (Bosse, 2013) donde se considera las dependencias entre componentes, así como la interacción del operador y se extiende con un modelo de rendimiento basado en la traza. Ya que los modelos de simulación son más adecuados para el análisis de SLA en el campo de la predicción de disponibilidad, así como el campo de la predicción de tiempo de respuesta.

En el artículo se describe la construcción del modelo de simulación, así como la evolución que los autores realizaron al modelo de simulación y los experimentos de verificación que estos utilizaron para comprobar el modelo. Una vez evaluado el modelo los autores lo implementaron en un estudio de caso real para un sitio web de servicio de entrega, esto con el fin de demostrar la capacidad para apoyar el análisis de la disponibilidad y tiempo de respuesta.

Después de aplicar el modelo desarrollado en el caso real para el sitio web de servicio de entrega los autores obtuvieron resultados interesantes como que, los tiempos de respuesta altos conducen a una falta de disponibilidad desde la perspectiva del cliente, así como la falta de disponibilidad de los sistemas afecta la capacidad del servicio, y por lo tanto el tiempo de respuesta del servicio.

### **3.2.2 Caso Similar #2 (Jihong Zeng, 2008)**

Nombre del artículo: A Case Study on Applying ITIL Availability Management Best Practice.

En este artículo aborda la implementación de mejores practicas para evaluar la disponibilidad de un servicio de TI, utilizando el marco de procesos ITIL que describe un amplio conjunto de procedimientos de gestión que están destinados a ayudar a las empresas a lograr calidad y relación calidad-precio en operaciones de TI (Van Bon, 2002).

Los autores mencionan que, la disponibilidad del servicio tiene un impacto dramático en la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa. Una gran cantidad de esfuerzo y superación se han hecho para asegurar una alta disponibilidad en cada sector de la tecnología (Potegieter et al., 2005). Sin embargo, no hay suficiente investigación y centrarse en la comprensión y la mejora de la disponibilidad global de extremo a extremo de servicios de TI desde la perspectiva del usuario final (Hochstein et al., 2005).

Mejores prácticas en ITIL para la gestión de la disponibilidad es asegurar que los incidentes que afectan el servicio tomen las medidas oportunas y eficaces cuando se producen. El concepto de disponibilidad está relacionado con la fiabilidad y facilidad de mantenimiento (Van Bon et al., 2002). Los autores utilizan los conceptos de tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR) para después obtener la disponibilidad de un componente con la fórmula de (Nickel, 1978; Zacks, 1992):

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Mencionan además que, la importancia de un componente depende de dos factores, la configuración del componente en el sistema (serie o paralelo), y la disponibilidad del componente (Hoyland y Rausand, 1994).

Para el caso de estudio del artículo se realizaron cálculos de disponibilidad sobre la base de una infraestructura de TI de una empresa de servicios de datos de mercado, en un servicio con entorno de alojamiento web. Recolectando métricas de disponibilidad MTFB y MTTR.

Obteniendo como conclusión que, la calidad del servicio no solo depende de la infraestructura de TI, sino también de las aplicaciones y operaciones del sistema, una infraestructura de TI de alta calidad es solo una parte para la entrega de servicios de TI de alta disponibilidad.

### 3.2.3 Caso Similar #3 (Rubén Cotera Rodríguez, 2018)

Nombre del artículo: Implementación de los estándares para la gestión ligera de servicios de tecnologías de la información FitSM en el entorno del IFCA.

El artículo explica el proceso de como se llevó a cabo la implementación del framework FitSM en un centro de datos del IFCA. El autor menciona que se utilizó el marco de procesos FitSM debido a que es un estándar ligero sencillo y fácil de implementar, que además es compatible con el marco de procesos ITIL que es el más extendido de la categoría.

El marco de procesos FitSM es un estándar que cumple con las necesidades para todo tipo de entornos, desde pequeñas organizaciones, hasta grandes empresas prestadoras de servicios. Además de ser compatible con el marco de procesos ITIL es compatible con el estándar ISO/IEC2000. FitSM consigue reducir su documentación al mínimo, facilitando el estudio y comprensión de la misma, ayudando a los responsables de TI a implementarlo.

La parte de gestión de servicio es donde se enfocó el artículo, al ser donde se detallan los servicios ofertados, y se establece la forma de presentación de los servicios y los límites en la prestación de los mismos. Las partes que se implementaron en este trabajo son: SPM, SLM, SRM, SACM, CAPM, ISM, CRM, SUPPM, ISRM, PM, CONFM, CHM, RDM, CSI. Para los demás aspectos el centro de datos IFCA ya contaba con documentos implementados del marco de procesos de FitSM.

Una vez implementado el marco de procesos FitSM el autor obtuvo diferentes conclusiones como, que se mejoró diversas carencias que se tenían en la gestión de servicio debido a que anteriormente daba lugar a incoherencias y omisiones por tener un manejo de la gestión de manera manual. El autor observó además que los SLAs mejoraron debido a la implementación de un sistema de tickets, ya que permite tomar medidas oportunas y agilizar las responsabilidades internas.

---

### 3.2.4 Caso Similar #4 (Marcin Radecki, Tadeusz Szymocha, Tomasz Szepieniec, & Roksana Rózanska, 2014)

Nombre del artículo: Improving PL-Grid Operations Based on FitSM Standard.

Los autores describen los resultados de los esfuerzos para mejorar las operaciones en la infraestructura PL-Grid basándose en aplicación de un estándar para la gestión de servicios FitSM. PL-Grid es el nombre del consorcio de los 5 centros informáticos académicos más grandes de Polonia. Para el año 2014, la infraestructura proporcionada por PL-Grid era de un acceso a más de 40000 núcleos con un poder de 588 TFlops y 5.6 PB de espacio de almacenamiento para más de 2000 científicos de Polonia y colaboradores extranjeros.

El artículo describe las prácticas de ITSM es estructurar los procesos que se llevan a cabo en una organización, para encontrar una forma más eficiente de realizar actividades, el enfoque no es obtener una mayor calidad, pero lo que es cierto, es difícil obtener una mejor calidad sin ninguna práctica de gestión de servicios.

El primer intento por parte de la organización se basó únicamente en la lectura de libros de ITIL, que parecía la fuente más reconocida de conocimientos de ITMS. Pero después de un par de meses, se propusieron e implementaron una serie de mejoras a esta, aunque este enfoque funcionó fue difícil encontrar una manera de introducir cambios en toda la organización. Hubo ideas para producir un diseño completamente nuevo desde cero, pero fueron abandonados, ya que parecían muy complejos y llevaban mucho tiempo.

Afortunadamente el consorcio PL-Grid, participó en los proyectos gSLM y FedSM EU, que tuvieron una influencia positiva en la creación de FitSM, y a su vez ayudo a implementar el estándar FitSM en la organización. El artículo describe a FitSM como un estándar ligero fácil de implementar y altamente adaptable, FitSM consta

de 14 procesos tomados como base del marco de procesos más importante en la actualidad ITIL para la gestión de servicios.

La adopción del estándar FitSM supone para la organización que los procesos de operaciones evolucionarán hacia una forma madura estable y confiable. Para la primera etapa de evolución fueron tomados en consideración siete procesos del estándar FitSM. Para la segunda etapa se contemplaron cuatro procesos más y para una tercera y última etapa los tres procesos faltantes.

Los autores mencionan que una vez realizada la adopción del estándar FitSM el personal de PL-Grind sabe cual es su posición exacta con respecto a ITSM, además saben identificar cuales son los procesos más importantes y los que son menos importantes. El artículo menciona que a pesar de ser un estándar ligero y fácil de adaptar inicialmente requirieron mucha consultoría y comunicación con los creadores de FitSM, esto debido a dos factores el primero fue lo complejo del sistema con el que cuenta la organización, y el segundo factor fue debido al poco conocimiento que se tenía de FitSM debido a que era un estándar apenas creado y con poca información para consultar.

### 3.3 CONTRIBUCIONES Y LIMITACIONES

Tabla 8. Contribuciones y limitaciones de estudios similares.

No. Caso Similar	Procesos	Objetivos	Metodología	Beneficios	Limitaciones
1	Gestión de disponibilidad y tiempos de respuesta según ITIL	Desarrollo de un nuevo método para predecir disponibilidad y tiempos de respuesta basados en ITIL	Modelo de simulación basado en la propuesta del modelo de disponibilidad de (Bosse, 2013)	Consideración de dependencia de componentes, interacción de operador y rendimiento basado en traza	Las herramientas no se encuentran disponibles para su descarga.
2	Gestión de disponibilidad según ITIL	Implementación de mejores prácticas para la gestión de disponibilidad según ITIL	Modelo de monitoreo de infraestructura, aplicaciones, procesos operativos y personas según la propuesta por (Mutphy y Gent, 1995)	Mejora de SLAs Mejora en calidad del servicio. Reducción de fallos	No se describen
3	Gestión de servicios Según FitSM, ya que no existen casos de Gestión de Disponibilidad Agil	Muestra de Implementación de un estándar para la gestión de servicios basados en FitSM	Modelo propuesto por FitSM	Mejora en el manejo de la gestión del sistema, reducción de errores	No se describen
4	Gestión de servicios según FitSM, ya que no existen casos de Gestión de Disponibilidad Agil	Muestra de resultados de implementación de un estándar para la gestión de servicios basados en FitSM	Modelo propuesto por FitSM	Mayor madures, estabilidad y confiabilidad en los procesos	Poca información del estándar FitSM para consultar en un inicio

#### 4. DISEÑO DE INTERVENCIÓN AL CASO PROBLEMA

La metodología de (Mora et al., 2011) propone cuatro fases principales, con las cuales se obtienen subproductos para la construcción de un DSS. En la Figura 20 se muestra el diagrama IDEF0 de las diferentes fases para la construcción de un DSS.

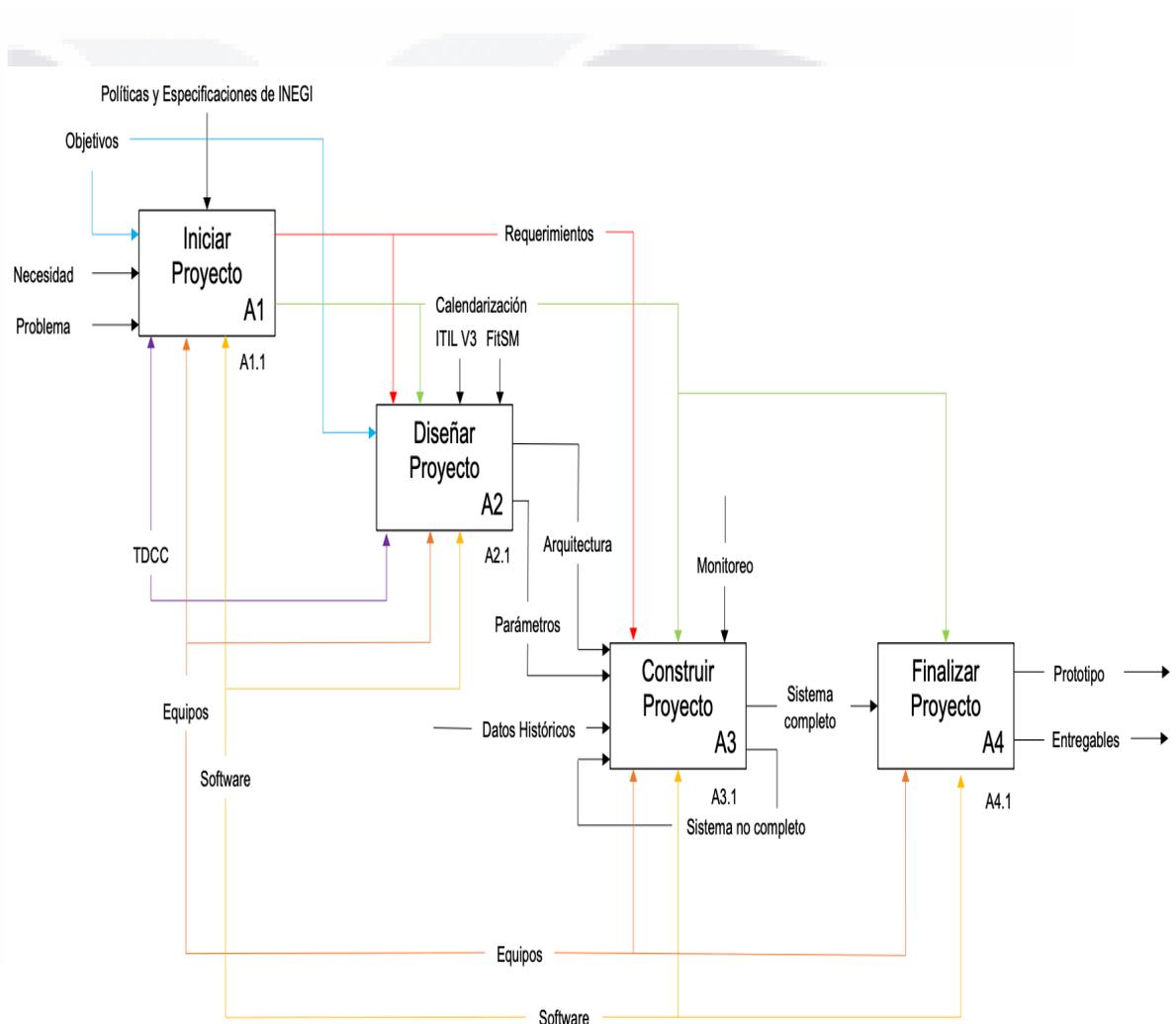


Figura 20. Flujo de información entre las diferentes fases.

### 4.1 FASE DE INICIO DEL SSTD

El objetivo de la primera fase de la metodología es, definir aspectos claves para las siguientes fases. Esta fase cuenta con tres actividades principales que son:

- Reconocimiento de SSTD.
- Justificación del SSTD.
- Planeación y construcción del SSTD.

En la Figura 21 se muestra las tres fases principales de la fase de inicio.

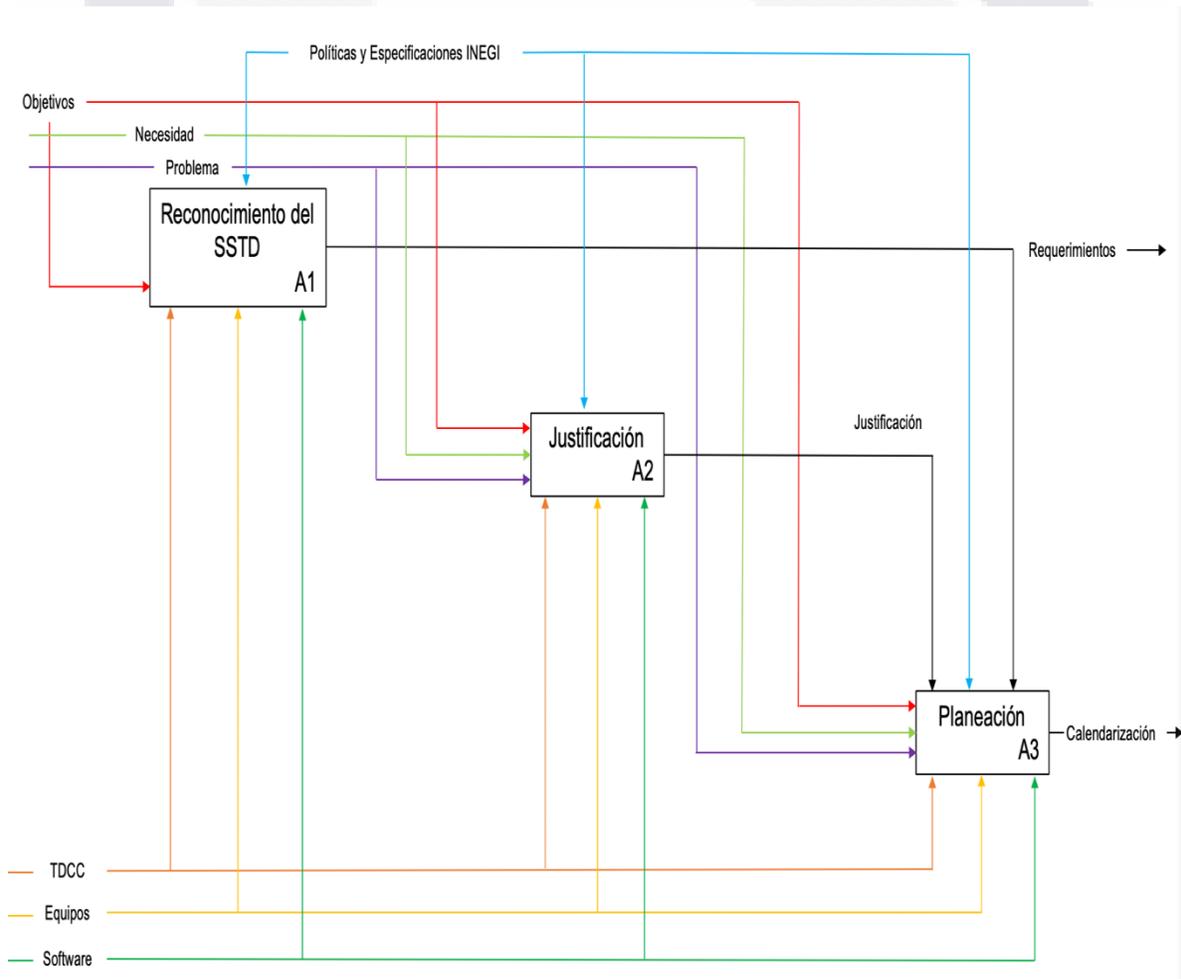


Figura 21. Diagrama IDEF0 de la fase de inicio.

### 4.1.1 Reconocimiento del SSTD

En esta fase se realiza un esquema para capturar la estructura general de situación de toma de decisiones, obteniendo aspectos clave como:

- Quienes son los usuarios indirectos.
- Los objetivos esperados.
- El cliente.
- El problema.
- Las unidades de toma de decisión.
- Diferentes cursos de acción que se pueden tomar.

Un ejemplo de este esquema queda representado en la Figura 22.

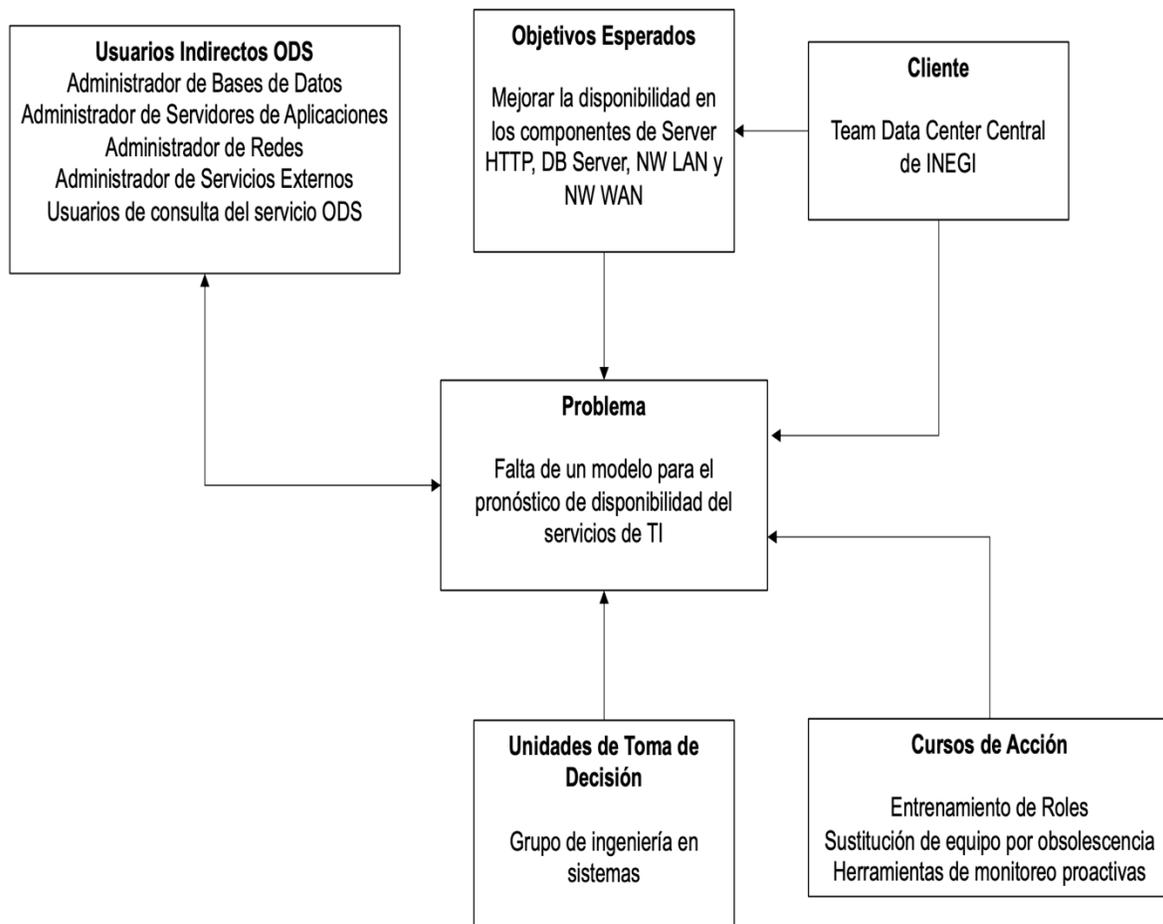


Figura 22. Diagrama reconocimiento del DMS.

---

#### **4.1.2 Justificación del SSTD**

Para INEGI es indispensable tener una herramienta que permita medir los niveles de disponibilidad de sus servicios de misión crítica, esto con la finalidad de garantizar los SLAs (Acuerdos de Niveles de Servicio) a sus usuarios, un ejemplo de esto es el servicio de ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) un servicio de misión crítica para INEGI, para este servicio es indispensable una buena Gestión de Disponibilidad para garantizar los SLAs de sus usuarios.

El no cumplir con la adecuada Gestión de Disponibilidad, implicaría pérdidas monetarias importantes o incluso perder algo más valioso para INEGI que es la imagen y confianza de los usuarios de INEGI.

Todo lo anterior genera la necesidad de diseñar una herramienta prototipo en el marco de un tablero de control, que permita la planeación básica de niveles de disponibilidad, que permita al INEGI realizar una correcta planeación de niveles de disponibilidad.

Además de la justificación anterior se adiciona el beneficio de contar con un SSTD que ayude al cliente a mejorar la calidad en el proceso de toma de decisiones, para aumentar la productividad y disponibilidad de los servicios de TI. Se encuentra una justificación más detallada en el Capítulo 2. Planteamiento del caso problema del trabajo práctico, especialmente en el apartado 2.2 Justificación de la intervención.

#### **4.1.3 Planeación de la Construcción del SSTD**

Se constituyo un prototipo funcional utilizando herramientas tipo web, para el correcto diseño, engranaje y detalle de las diferentes variables y datos que deben entrar al modelo. A continuación, se muestra un cronograma, que permitirá ejecutar

y monitorear las actividades para el desarrollo de un SSTD correctamente, mostrado en la Tabla 9.

Tabla 9. Cronograma de fases desarrollo de SSTD.

Fase	Actividad	Calendarización							
		Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Inicio del Proyecto	Requerimientos	x							
Diseño del Proyecto	Arquitectura		x						
	Parámetros			x					
Construcción del Proyecto	Sistema Completo			x	x	x			
Finalización del Proyecto	Prototipo						x	x	
	Entregables								x

#### 4.1.4 Selección de Herramientas de Desarrollo del SSTD

Dentro de la amplia gama de sistemas y herramientas que se utilizan para el desarrollo de Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones nos encontramos con dos ramas Herramientas Especializadas y Herramientas Genéricas.

Las Herramientas Especializadas aquellas herramientas que poseen paquetes precargados que facilitan la creación y manipulación de sistemas de tipo SSTD, usualmente la mayoría de las Herramientas Especializadas se trata de software propietario y para adquirirlo es necesario obtener una licencia de uso.

Por otro lado, contamos con las Herramientas Genéricas que es software que permite al usuario la creación de sistemas de información, estas herramientas pueden ser cualquier sistema o lenguaje de programación. Esto trae como ventaja la libertad de poder manipular el sistema de acuerdo a las necesidades del usuario y capacidades de programación que posea el desarrollador.

Para este caso práctico en específico se consideraron las siguientes herramientas par el desarrollo del SSTD:

---

- **Excel Macros v2016**

Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada para Microsoft Windows, MacOS, Android y IOS. Cuenta con cálculo, herramientas gráficas, tablas dinámicas y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para aplicaciones. Ha sido una hoja de cálculo muy aplicada para estas plataformas, especialmente desde la versión 5 en 1993, y ha remplazado a Lotus 1-2-3 como el estándar de la industria para las hojas de cálculo. Excel forma parte de la suite de software Microsoft Office.

- **Power BI**

Power BI es una herramienta business Inteligente (BI) de análisis empresarial desarrollada por Microsoft, su objetivo es proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales creen sus propios informes y paneles. Ofrece capacidades de almacenamiento de datos, incluyendo preparación de datos, descubrimiento de datos y paneles interactivos.

- **Framework Angular JavaScript**

AngularJS es un framework de JavaScript de código abierto, que es mantenido por google, este se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. Su objetivo es aumentar las aplicaciones basadas en navegador con capacidad de Modelo Vista Controlador (MVC) en un esfuerzo para hacer que el desarrollo de las pruebas sean más fáciles.

La biblioteca lee el HTML que contiene atributos de las etiquetas personalizadas adicionales, entonces obedece a las directivas de los atributos personalizados, y une las piezas de entrada o salida de la página a un modelo representado por las variables estándar de JavaScript.

Excel Macros v2016 y Power BI se consideran como dos herramientas especializadas para el desarrollo de SSTD y el Framework Angular JavaScript es considerada una herramienta genérica. En la Tabla 10 se muestra una comparación con diferentes aspectos que se tomaron en cuenta para la evaluación de estas herramientas.

Tabla 10. Comparación de herramientas.

Herramientas	Utilidad-Relevancia	Funcionalidad-Calidad	Usabilidad-Entrenamiento-Documentación	Madurez-Estabilidad
Excel Macros v2016	1.0	0.8	0.7	1.0
Power BI	1.0	1.0	0.6	1.0
Framework Angular JavaScript	0.8	1.0	1.0	1.0

A su vez se puede observar en la Figura 23 el promedio de la comparación de la tabla anterior, en donde nos indica cual de las tres herramientas evaluadas es la más equilibrada y por lo tanto cual es la mejor herramienta para desarrollar el SSTD en este caso práctico.

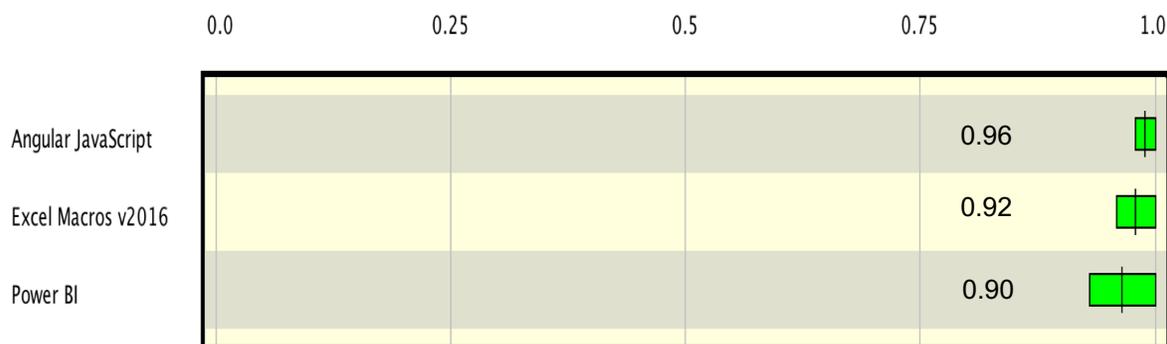


Figura 23. Promedio de comparación de herramientas para diseño del SSTD.

Con la tabla y las figuras anteriores se puede concluir que la herramienta más equilibrada para el desarrollo del SSTD es la herramienta Framework Angular JavaScript, ya que es la que tiene un mejor balance y equilibrio en comparación con las otras dos herramientas evaluadas.

## 4.2 FASE DE DISEÑO DEL SSTD

La fase de diseño es iterativa, permite al equipo de trabajo definir y diseñar los elementos principales del DMSS. La Figura 24, muestra el flujo entre las actividades realizadas en esta fase. Los productos finales de la fase son los parámetros y la arquitectura, elementos indispensables para lograr una correcta construcción de la herramienta.

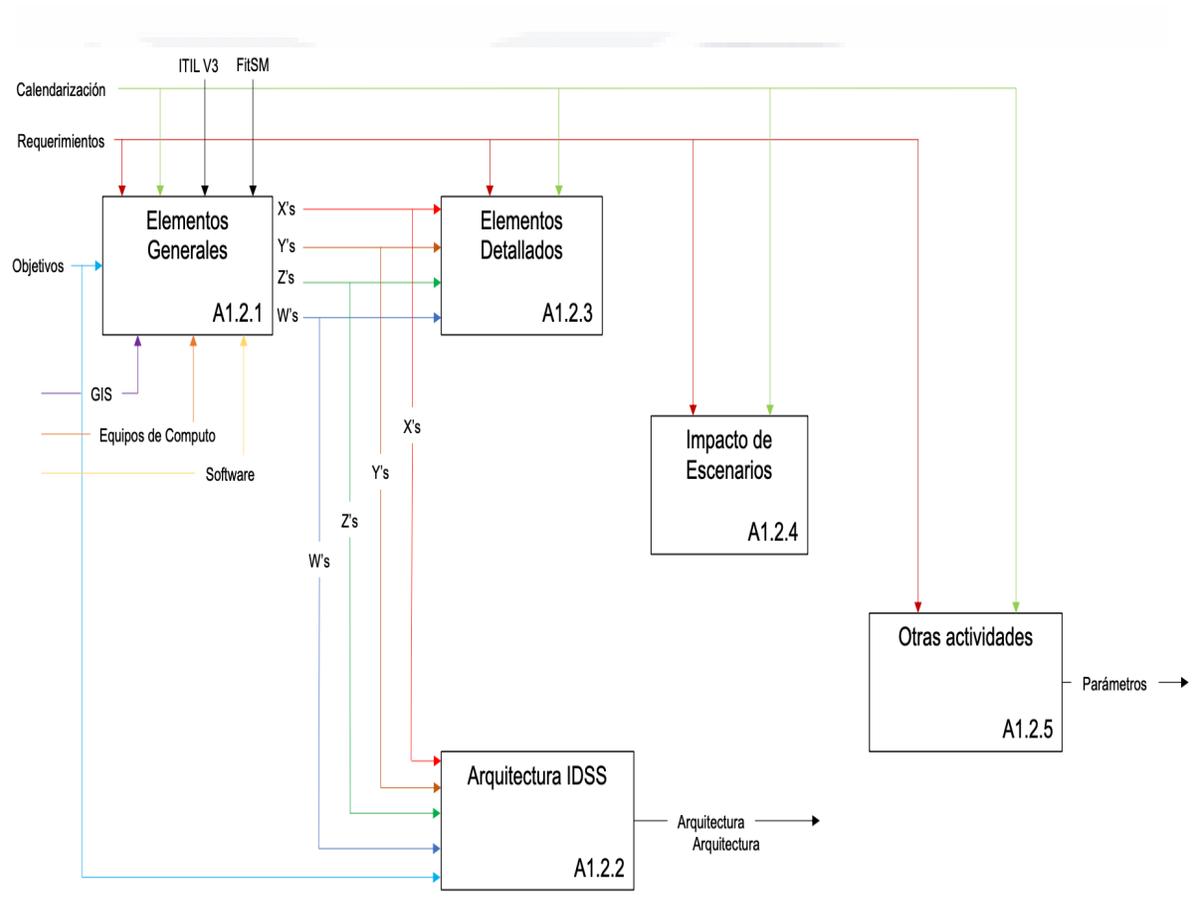


Figura 24. Diagrama IDEF0 para la fase de diseño.

### 4.2.1 Diseño de Elementos Generales del SSTD

Definir los elementos generales que serán utilizados para la construcción del SSTD, son agrupados en cuatro categorías, como se muestra en la Figura 25 Variables de Decisión, Variables de Escenarios, Datos y Variables de Salida del SSTD desarrollada.



Figura 25. Variables de decisión, de escenarios, datos y salidas del DSS desarrollado.

La Tabla 11. Variables de Decisión General, describe las acciones que desea realizar el usuario, para cuatro componentes en específico del Data Center Central de INEGI (HTTP Server, DB Server, Network LAN y Network WAN).

Tabla 11. Variables de Decisión General.

Código	Nombre
X1	Entrenamiento de roles.
X2	Sustitución de equipo por obsolescencia.
X3	Herramientas de monitoreo proactivas.

Las variables de escenarios son posibles escenarios que intervienen en el resultado final de cuatro componentes en específico de el Data Center Central de INEGI (HTTP Server, DB Server, Network LAN, Network WAN) y son descritas en la Tabla 12. Variables de Escenarios.

Tabla 12. Variables de Escenarios.

Código	Nombre
Z1	Cambio de roles.
Z2	Incidentes en comunicaciones (WAN y LAN).
Z3	Denegación de servicios a comunicaciones (WAN y LAN).

Los Datos es la información histórica recabada de cuatro componentes específicos del Data Center Central de INEGI (HTTP Server, DB Server, Network LAN, Network WAN) que alimentan el SSTD, y estos son descritos en la Tabla 13. Lista de Datos.

Tabla 13. Lista de Datos.

Código	Nombre
W1	Datos base Diarios (tiempo de caída del servicio, Fecha, tiempo de actividad del servicio).
W2	Mantenimiento acordado.
W3	Tiempo de servicio acordado.
W4	Numero de caídas del servicio.
W5	SLA Semanal (SLA, Horas de funcionamiento permitido, Unidad de costos para horas de caída).

Las variables de salida son el resultado final de acuerdo con los valores e interrelaciones de las variables restantes de cuatro componentes específicos del Data Center Central de INEGI (HTTP Server, DB Server, Network LAN, Network WAN), se describen en la Tabla 14. Variables de Salida.

Tabla 14. Variables de Salida.

Código	Código	Nombre
Y1's Real	Y1.1	Disponibilidad.
	Y1.2	Tiempo medio entre incidentes del servicio.
	Y1.3	Tiempo medio entre fallos.
	Y1.4	Tiempo medio de restauración del servicio.
	Y1.5	Disponibilidad global del servicio.
	Y1.6	Tiempo medio entre incidentes del servicio global.
	Y1.7	Tiempo medio entre fallos global del servicio.
	Y1.8	Tiempo medio de restauración del servicio global.
	Y1.9	SLA (Total tiempo de actividad del servicio, Total de caída del servicio, Máximo de horas permitidas de caída del servicio, Costo por caída del servicio).
Y1*'s Pronóstico	Y1.1*	Disponibilidad.
	Y1.2*	Tiempo medio entre incidentes del servicio.
	Y1.3*	Tiempo medio entre fallos.
	Y1.4*	Tiempo medio de restauración del servicio.
	Y.1.5*	Disponibilidad global del servicio.
	Y1.6*	Tiempo medio entre incidentes del servicio global.
	Y1.7*	Tiempo medio entre fallos global del servicio.
	Y1.8*	Tiempo medio de restauración del servicio global.
	Y1.9*	SLA (Total tiempo de actividad del servicio, Total de caída del servicio, Máximo de horas permitidas de caída del servicio, Costo por caída del servicio).

#### 4.2.2 Diseño de la Arquitectura del IDSS

Definir la arquitectura del SSTD, permite determinar la estructura funcionamiento e iteración entre los componentes que conforman el Módulo Pronóstico (es el nombre clave acordado para la Herramienta-Prototipo tipo SSTD para la Planeación Ágil de niveles de Disponibilidad en Servicios de TI.). Acorde a (Mora et al., 2011), cinco posibles arreglos en la estructura interna son sugeridos, de los cuales se ha seleccionado la arquitectura de integración tipo 2, que se muestra a continuación en la Figura 26. Arquitectura de IDSS, Integración Tipo 2.

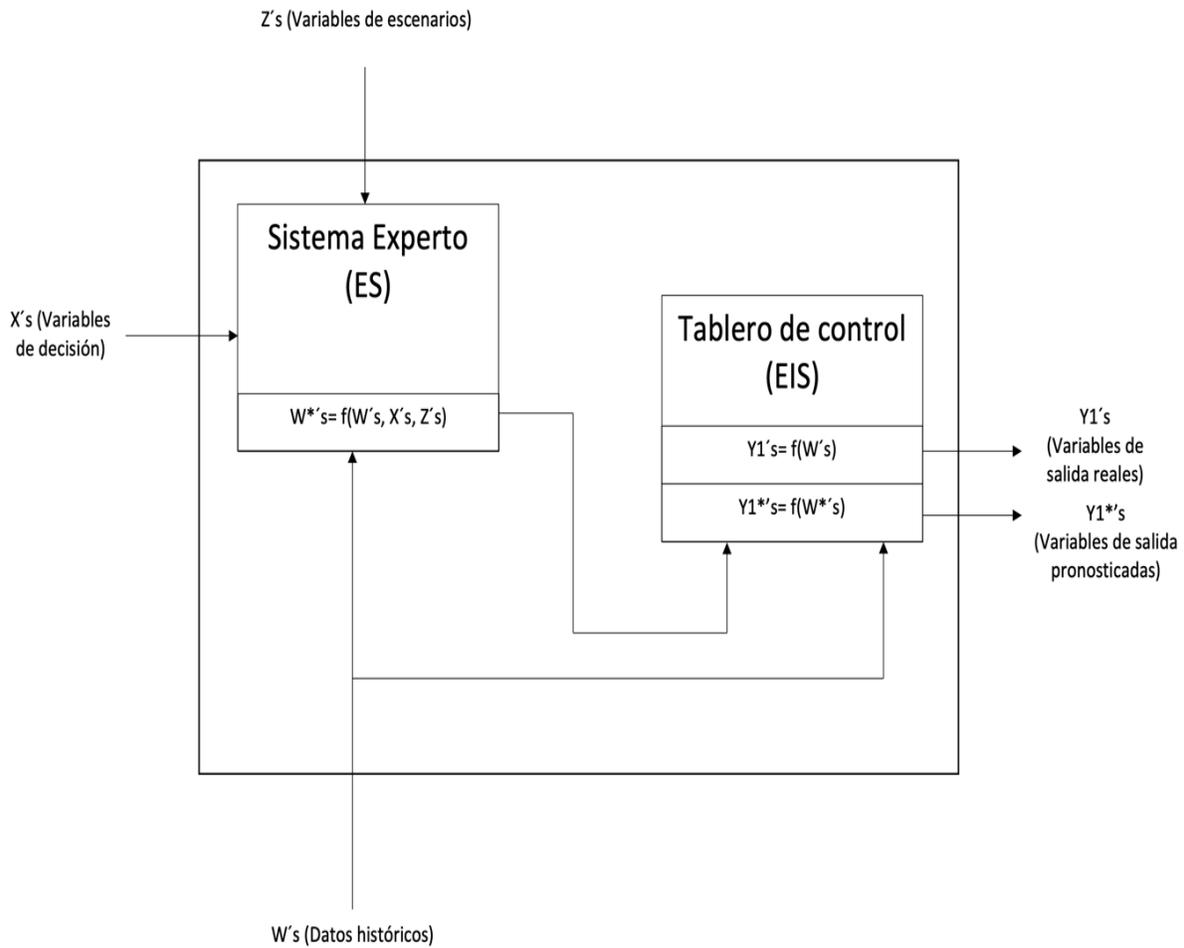


Figura 26. Arquitectura de IDSS, Integración Tipo 2.

#### 4.2.3 Diseño de Elementos Esenciales Detallados del SSTD

En este apartado se describen los valores que toman los elementos generales, la Tabla 15. Lista Detallada de Variables de Decisión, la Tabla 16. Lista Detallada de Variables de Escenarios y la Tabla 17 Lista Detallada de Variables de Salida, muestran las listas detalladas de variables de decisión, escenario y salida respectivamente. Mientras que el Anexo 1. Lista de datos de disponibilidad muestran las tablas de datos detalladas de disponibilidad.

Tabla 15. Lista Detallada de Variables de Decisión.

Código	Nombre	Valor	Comentario
X1	Entrenamiento de roles.	Alta;Baja	{+;-}
X2	Sustitución de equipo por obsolescencia.	Alta;Baja	{+;-}
X3	Herramientas de monitoreo proactivas.	Alta;Baja	{+;-}

Tabla 16. Lista Detallada de Variables de Escenarios.

Código	Nombre	Valor	Comentario
Z1	Cambio de roles.	Alta;Baja	{+;-}
Z2	Incidentes de comunicaciones (WAN y LAN).	Alta;Baja	{+;-}
Z3	Denegación de servicios a comunicaciones (WAN y LAN).	Alta;Baja	{+;-}

Tabla 17. Lista Detallada de Variables de Salida.

Código	Código	Nombre	Valor	Fuente	Comentario
Y1's Real	Y1.1	Disponibilidad.	N	NM.1	Modelo numero para calcular lo real.
	Y1.2	Tiempo medio entre incidentes del servicio.	N	NM.1	
	Y1.3	Tiempo medio entre fallos.	N	NM.1	
	Y1.4	Tiempo medio de restauración del servicio.	N	NM.1	
	Y1.5	Disponibilidad global del servicio.	N	NM.1	
	Y1.6	Tiempo medio entre incidentes del servicio global.	N	NM.1	
	Y1.7	Tiempo medio entre fallos global del servicio.	N	NM.1	
	Y1.8	Tiempo medio de restauración del servicio global.	N	NM.1	
	Y1.9	SLA (Total tiempo de actividad del servicio, Total de caída del servicio, Máximo de horas permitidas de	N	NM.1	

		caída del servicio, Costo por caída del servicio).			
Y1*'s Pronóstico	Y1.1*	Disponibilidad.	N	NM.2	Modelo numero para calculo de pronóstico.
	Y1.2*	Tiempo medio entre incidentes del servicio.	N	NM.2	
	Y1.3*	Tiempo medio entre fallos.	N	NM.2	
	Y1.4*	Tiempo medio de restauración del servicio.	N	NM.2	
	Y1.5*	Disponibilidad global del servicio.	N	NM.2	
	Y1.6*	Tiempo medio entre incidentes del servicio global.	N	NM.2	
	Y1.7*	Tiempo medio entre fallos global del servicio.	N	NM.2	
	Y1.8*	Tiempo medio de restauración del servicio global.	N	NM.2	
	Y1.9*	SLA (Total tiempo de actividad del servicio, Total de caída del servicio, Máximo de horas permitidas de caída del servicio, Costo por caída del servicio).	N	NM.2	

#### 4.2.4 Diseño del impacto de Escenarios

La Figura 27. Diagrama de Influencia, muestra un diagrama de influencia con las relaciones entre las variables definidas. De esta forma se pueden visualizar gráficamente los elementos claves y entender cómo se impactan unos a otros y al resultado final.

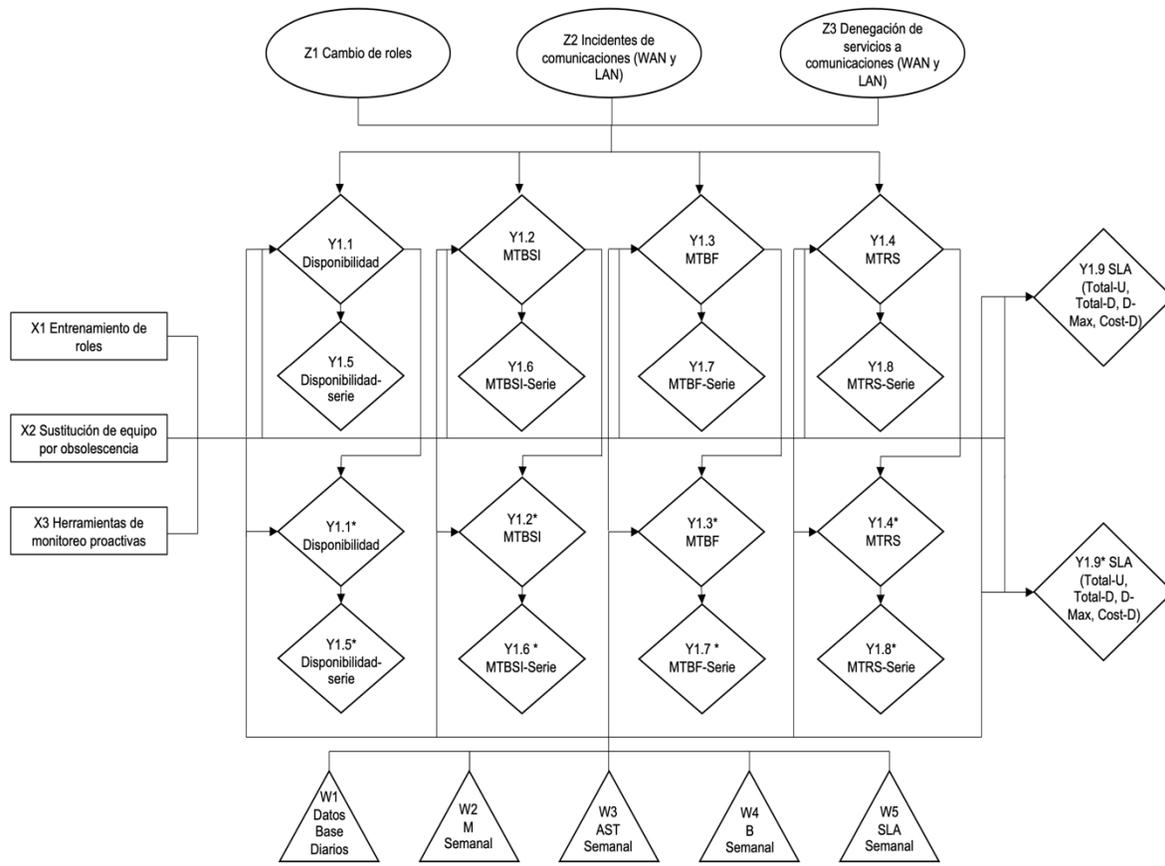


Figura 27. Diagrama de Influencia.

La Tabla 18 muestra las relaciones probabilísticas entre las variables definidas acorde a (Mora et la., 2011), los diagramas de influencia deben ser completados con dichas relaciones probabilísticas e inferenciales.

Tabla 18. Probabilidades de influencia.

Z.1 Cambio de roles	p(CR)
Alto	Proporcionados por el usuario
Bajo	Proporcionados por el usuario
Z.2 Incidentes en comunicaciones (WAN y LAN)	p(IC)
Alto	Proporcionados por el usuario
Bajo	Proporcionados por el usuario
Z.3 Denegación de servicios a comunicaciones (WAN y LAN)	p(CR)
Alto	Proporcionados por el usuario
Bajo	Proporcionados por el usuario

#### 4.2.5 Diseño de los Modelos Numéricos, Simbólicos, de Base de Datos, de Interface al Usuario y de Procesos

Con el diseño numérico, se describen los algoritmos para la obtención de datos que influyen en el resultado final. Las Tablas 19 a la 22 muestran los cálculos de la disponibilidad real de los componentes de Servidor de aplicaciones, Servidor de base de datos, La red LAN y La red WAN.

Tabla 19. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Servidor de Aplicaciones).

Código del Modelo: NM.1 Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración del servicio para el Servidor de Aplicaciones.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
From T1, T2 W1[C1][1...28] W3[C1][1...28] W4[C1][1...28]	<pre> For (int i=0; i&lt;=30; i++) {     Y1.9-U = Y1.9-U +W1[C1].U[i];     Y1.9-D = Y1.9-D +W1[C1].D[i]; } Y1.1[C1]= Y1.9-U[C1]/W1[C1].U; Y1.2[C1]= W1[C1].U/W4[C1]; Y1.3[C1]= (W3[C1]-Y1.9-D[C1])/W4[C1]; Y1.4[C1]= Y1.9-D[C1]/W[C1];                     </pre>	Y1.1 [C1] Y1.2 [C1] Y1.3 [C1] Y1.4 [C1] Y1.9 [C1]

Tabla 20. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Servidor de Base de Datos).

Código del Modelo: NM.1 Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración del servicio para el Servidor de Base de Datos.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
From T1, T2 W1[C2][1...28] W3[C2][1...28] W4[C2][1...28]	<pre> For (int i=0; i&lt;=30; i++) {     Y1.9-U = Y1.9-U +W1[C2].U[i];     Y1.9-D = Y1.9-D +W1[C2].D[i]; } Y1.1[C2]= Y1.9-U[C2]/W1[C2].U; Y1.2[C2]= W1[C2].U/W4[C2]; Y1.3[C2]= (W3[C2]-Y1.9-D[C2])/W4[C2]; Y1.4[C2]= Y1.9-D[C2]/W[C2];                     </pre>	Y1.1 [C2] Y1.2 [C2] Y1.3 [C2] Y1.4 [C2] Y1.9 [C2]

Tabla 21. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Red LAN).

Código del Modelo: NM.1		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración del servicio para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
From T1, T2 W1[C3][1...28] W3[C3][1...28] W4[C3][1...28]	<pre>                     For (int i=0; i&lt;=30; i++)                     {                         Y1.9-U = Y1.9-U +W1[C3].U[i];                         Y1.9-D = Y1.9-D +W1[C3].D[i];                     }                     Y1.1[C3]= Y1.9-U[C3]/W1[C3].U;                     Y1.2[C3]= W1[C3].U/W4[C3];                     Y1.3[C3]= (W3[C3]-Y1.9-D[C3])/W4[C3];                     Y1.4[C3]= Y1.9-D[C3]/W[C3];                 </pre>	Y1.1 [C3] Y1.2 [C3] Y1.3 [C3] Y1.4 [C3] Y1.9 [C3]

Tabla 22. Cálculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración (Red LAN).

Código del Modelo: NM.1		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad, tiempo medio entre incidentes, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de restauración del servicio para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
From T1, T2 W1[C4][1...28] W3[C4][1...28] W4[C4][1...28]	<pre>                     For (int i=0; i&lt;=30; i++)                     {                         Y1.9-U = Y1.9-U +W1[C4].U[i];                         Y1.9-D = Y1.9-D +W1[C4].D[i];                     }                     Y1.1[C4]= Y1.9-U[C4]/W1[C4].U;                     Y1.2[C4]= W1[C4].U/W4[C4];                     Y1.3[C4]= (W3[C4]-Y1.9-D[C4])/W4[C4];                     Y1.4[C4]= Y1.9-D[C4]/W[C4];                 </pre>	Y1.1 [C4] Y1.2 [C4] Y1.3 [C4] Y1.4 [C4] Y1.9 [C4]

Se consideró un único escenario, debido a que las variables de decisión y las variables de escenarios no dependen entre si, es decir son variables independientes. Esto nos permite plantear un único escenario que obtiene los valores de salida (Y1, Y2, Y3, Y4), Estos valores se describen en la Tabla 23. Modelo numérico, variables de salida Y1, Y2, Y3, Y4 componentes C1 y C2. Y la Tabla 24. Modelo numérico, variables de salida Y1, Y2, Y3, Y4 componentes C3 y C4. Estas tablas fueron alimentadas con datos proporcionados por parte de los expertos en el Data Center Central de INEGI, los datos pueden tomar tres rangos valores diferentes el primero es el Incremento el cual los rangos van de {2,...,5}, para el segundo caso el rango va de {-1,...,1} y el tercer rango va de {-5,...,-2}.

Tabla 23. Modelo numérico, variables de salida Y1, Y2, Y3, Y4 componentes C1 y C2.

X1 [C1, C2]	X2 [C1, C2]	X3 [C1, C2]	Z1 [C1, C2]	Y1 [C1, C2]	Y2 [C1, C2]	Y3 [C1, C2]	Y4 [C1, C2]
+	+	+	+	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}
+	+	-	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
+	-	+	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
+	-	-	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	+	+	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	+	-	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	-	+	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	-	-	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
+	+	+	-	{4,5}	{4,5}	{4,5}	{4,5}
+	+	-	-	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}
+	-	+	-	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}
+	-	-	-	{-1,0}	{-1,0}	{-1,0}	{-1,0}
-	+	+	-	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}
-	+	-	-	{-1,0}	{-1,0}	{-1,0}	{-1,0}
-	-	+	-	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}
-	-	-	-	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}

Tabla 24. Modelo numérico, variables de salida Y1, Y2, Y3, Y4 componentes C3 y C4.

X1 [C3,C4]	X2 [C3,C4]	X3 [C3,C4]	Z2 [C3,C4]	Z3 [C3,C4]	Y1 [C3,C4]	Y2 [C3,C4]	Y3 [C3,C4]	Y4 [C3,C4]
+	+	+	+	+	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}
+	+	-	+	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
+	-	+	+	+	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}
+	-	-	+	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	+	+	+	+	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}	{-4,-3}
-	+	-	+	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	-	+	+	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
-	-	-	+	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
+	+	+	+	-	{3,4}	{3,4}	{3,4}	{3,4}
+	+	-	+	-	{1,2}	{1,2}	{1,2}	{1,2}
+	-	+	+	-	{1,2}	{1,2}	{1,2}	{1,2}
+	-	-	+	-	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	+	+	+	-	{-1,0,1}	{-1,0,1}	{-1,0,1}	{-1,0,1}
-	+	-	+	-	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	-	+	+	-	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	-	-	+	-	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
+	+	+	-	+	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}	{2,3,4,5}
+	+	-	-	+	{-1,0,1}	{-1,0,1}	{-1,0,1}	{-1,0,1}
+	-	+	-	+	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}
+	-	-	-	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	+	+	-	+	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}	{-3,-2}
-	+	-	-	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	-	+	-	+	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}	{-5,-4, -3,-2}
-	-	-	-	+	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}	{-5,-4}
+	+	+	-	-	{4,5}	{4,5}	{4,5}	{4,5}
+	+	-	-	-	{4,5}	{4,5}	{4,5}	{4,5}
+	-	+	-	-	{3,4}	{3,4}	{3,4}	{3,4}
+	-	-	-	-	{2,3}	{2,3}	{2,3}	{2,3}
-	+	+	-	-	{3,4}	{3,4}	{3,4}	{3,4}
-	+	-	-	-	{2,3}	{2,3}	{2,3}	{2,3}
-	-	+	-	-	{1,2}	{1,2}	{1,2}	{1,2}
-	-	-	-	-	{-2,-1}	{-2,-1}	{-2,-1}	{-2,-1}

Las Tablas 25 a la 28 muestran los algoritmos para el cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración del servicio pronosticado, para los componentes de Servidor de Aplicaciones, Servidor de Base de Datos, Red LAN y Red WAN. Todo esto basado en el único escenario que se maneja para este caso práctico.

Tabla 25. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración pronosticado (Servidor de aplicaciones).

Código del Modelo: NM.2		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración del servicio pronosticado para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
Y1.1[C1][1...30] Y1.2[C1][1...30] Y1.3[C1][1...30] Y1.4[C1][1...30] W1[C1][1...30] W3[C1][1...30] W4[C1][1...30]	<pre>                     Int Y*U=0, Y*D=0;                     Int VecU[7];                     Int VecD[7];                     For (int i=0; i&lt;=7;i++)                     {                         Y*U=W1[C1].U[i]*0.5+W1[C1].U[i+7]*0.3+                         W1[C1].U[i+14]*0.15+ W1[C1].U[i+21]*0.05;                         VecU[i]= (Y*U)+Δ(Función de experiencia);                         Y*D=W1[C1].D[i]*0.5+W1[C1].D[i+6]*0.3+                         W1[C1].D[i+12]*0.15+ W1[C1].D[i+18]*0.05;                         VecD[i]= (Y*D)+Δ(Función de experiencia);                     }                     For (int i=0; i&lt;=7; i++)                     {                         Y1.9*-U[C1]= Y1.9*-U[C1]+VecU[i];                         Y1.9*-U[C1]= Y1.9*-U[C1]+VecD[i];                     }                     Y1.1*[C1]= Y1.9*-U[C1]/ W3[C1];                     Y1.2*[C1]=W3[C1]/W4[C1];                     Y1.3*[C1]=(W3[C1]- Y1.9*-U[C1])/W4[C1];                     Y1.4*[C1]= Y1.9*-U[C1]/W4[C1];                 </pre>	Y1.1* [C1] Y1.2* [C1] Y1.3* [C1] Y1.4* [C1] Y1.9* [C1]

Tabla 26. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración pronosticado (Servidor de Base de Datos).

Código del Modelo: NM.2		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración del servicio pronosticado para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
Y1.1[C2][1...30] Y1.2[C2][1...30] Y1.3[C2][1...30] Y1.4[C2][1...30] W1[C2][1...30] W3[C2][1...30] W4[C2][1...30]	<pre> Int Y*U=0, Y*D=0; Int VecU[7]; Int VecD[7]; For (int i=0; i&lt;=30;i++) {     Y*U=W1[C2].U[i]*0.5+W1[C2].U[i+6]*0.3+     W1[C2].U[i+12]*0.15+ W1[C2].U[i+18]*0.05;     VecU[i]= (Y*U)+Δ(Función de experiencia);     Y*D=W1[C2].D[i]*0.5+W1[C2].D[i+6]*0.3+     W1[C2].D[i+12]*0.15+ W1[C2].D[i+18]*0.05;     VecD[i]= (Y*D)+Δ(Función de experiencia); } For (int i=0; i&lt;=7; i++) {     Y1.9*-U[C2]= Y1.9*-U[C2]+VecU[i];     Y1.9*-U[C2]= Y1.9*-U[C2]+VecD[i]; } Y1.1*[C2]= Y1.9*-U[C2]/ W3[C2]; Y1.2*[C2]=W3[C2]/W4[C2]; Y1.3*[C2]=(W3[C2]- Y1.9*-U[C2])/W4[C2]; Y1.4*[C2]= Y1.9*-U[C2]/W4[C2];                     </pre>	Y1.1* [C2] Y1.2* [C2] Y1.3* [C2] Y1.4* [C2] Y1.9* [C2]

Tabla 27. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración pronosticado (Red LAN).

Código del Modelo: NM.2		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración del servicio pronosticado para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
Y1.1[C3][1...30] Y1.2[C3][1...30] Y1.3[C3][1...30] Y1.4[C3][1...30] W1[C3][1...30] W3[C3][1...30] W4[C3][1...30]	<pre>                     Int Y*U=0, Y*D=0;                     Int VecU[7];                     Int VecD[7];                     For (int i=0; i&lt;=30;i++)                     {                         Y*U=W1[C3].U[i]*0.5+W1[C3].U[i+6]*0.3+                         W1[C3].U[i+12]*0.15+ W1[C3].U[i+18]*0.05;                         VecU[i]= (Y*U)+Δ(Función de experiencia);                         Y*D=W1[C3].D[i]*0.5+W1[C3].D[i+6]*0.3+                         W1[C3].D[i+12]*0.15+ W1[C3].D[i+18]*0.05;                         VecD[i]= (Y*D)+Δ(Función de experiencia);                     }                     For (int i=0; i&lt;=7; i++)                     {                         Y1.9*-U[C3]= Y1.9*-U[C3]+VecU[i];                         Y1.9*-U[C3]= Y1.9*-U[C3]+VecD[i];                     }                     Y1.1*[C3]= Y1.9*-U[C3]/ W3[C3];                     Y1.2*[C3]=W3[C3]/W4[C3];                     Y1.3*[C3]=(W3[C3]- Y1.9*-U[C3])/W4[C3];                     Y1.4*[C3]= Y1.9*-U[C3]/W4[C3];                 </pre>	Y1.1* [C3] Y1.2* [C3] Y1.3* [C3] Y1.4* [C3] Y1.9* [C3]

Tabla 28. Cálculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración pronosticado (Red WAN).

Código del Modelo: NM.2		
Propósito: Modelo numérico para el calculo de disponibilidad pronosticada, tiempo medio entre incidentes pronosticado, tiempo medio entre fallos pronosticado, tiempo medio de restauración del servicio pronosticado para la Red LAN.		
Entradas	Algoritmo	Salidas
Y1.1[C4][1...30] Y1.2[C4][1...30] Y1.3[C4][1...30] Y1.4[C4][1...30] W1[C4][1...30] W3[C4][1...30] W4[C4][1...30]	<pre> Int Y*U=0, Y*D=0; Int VecU[7]; Int VecD[7]; For (int i=0; i&lt;=30;i++) {   Y*U=W1[C4].U[i]*0.5+W1[C4].U[i+6]*0.3+   W1[C4].U[i+12]*0.15+ W1[C4].U[i+18]*0.05;   VecU[i]= (Y*U)+Δ(Función de experiencia);   Y*D=W1[C4].D[i]*0.5+W1[C4].D[i+6]*0.3+   W1[C4].D[i+12]*0.15+ W1[C4].D[i+18]*0.05;   VecD[i]= (Y*D)+Δ(Función de experiencia); } For (int i=0; i&lt;=7; i++) {   Y1.9*-U[C4]= Y1.9*-U[C4]+VecU[i];   Y1.9*-U[C4]= Y1.9*-U[C4]+VecD[i]; } Y1.1*[C4]= Y1.9*-U[C4]/ W3[C4]; Y1.2*[C4]=W3[C4]/W4[C4]; Y1.3*[C4]=(W3[C4]- Y1.9*-U[C4])/W4[C4]; Y1.4*[C4]= Y1.9*-U[C4]/W4[C4];                     </pre>	Y1.1* [C4] Y1.2* [C4] Y1.3* [C4] Y1.4* [C4] Y1.9* [C4]

La estructura de la base de datos que alimenta al módulo de pronóstico de disponibilidad prototipo en procesos de gestión de disponibilidad del Data Center Central de INEGI, puede ser revisada en la Figura 28. Modelo de entidad relación. y Figura 29. Descripción del archivo del modelo entidad relación.

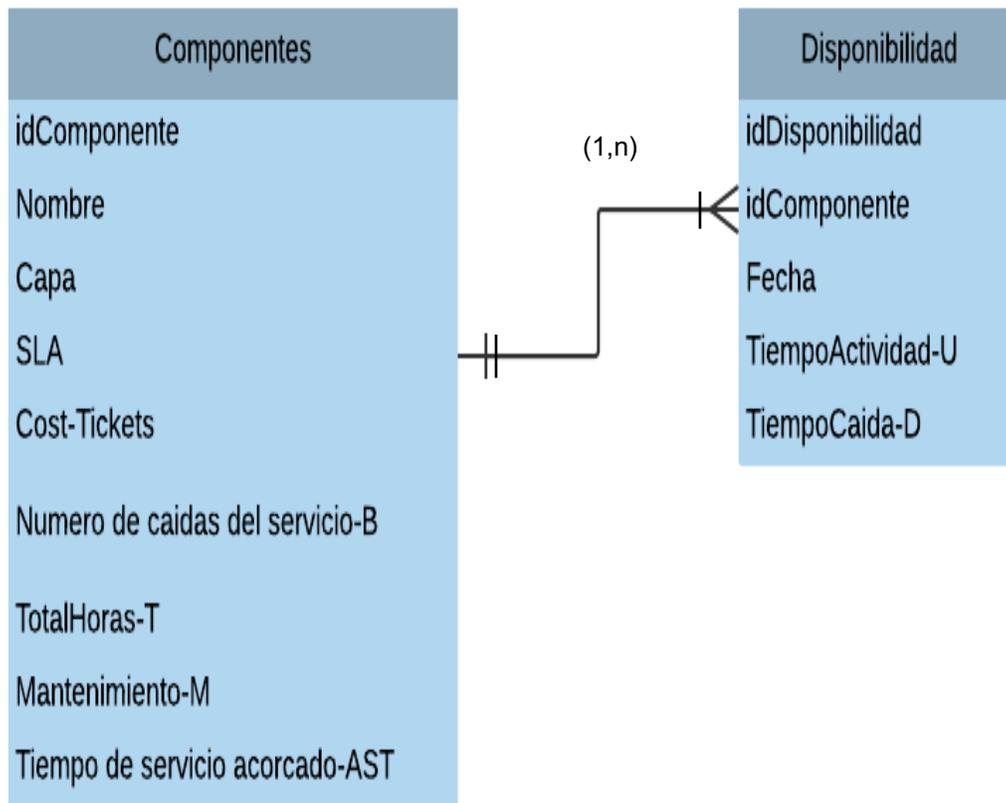


Figura 28. Modelo entidad relación.

T1. Componentes					
idCompoennte	Nombre	Capa	SLA	Cost-Tikets	/*Otros datos de Componentes*/
T2. Disponibilidad					
idDisponibilidad	idComponente	Fecha	TiempoActividad-U	TiempoCaida-D	

Figura 29. Descripción del archivo del modelo entidad relación.

El mapa de navegación es representado de forma esquemática, según la estructura de vistas del Módulo Pronóstico, mediante la Figura 30. Diagrama de interfaz.

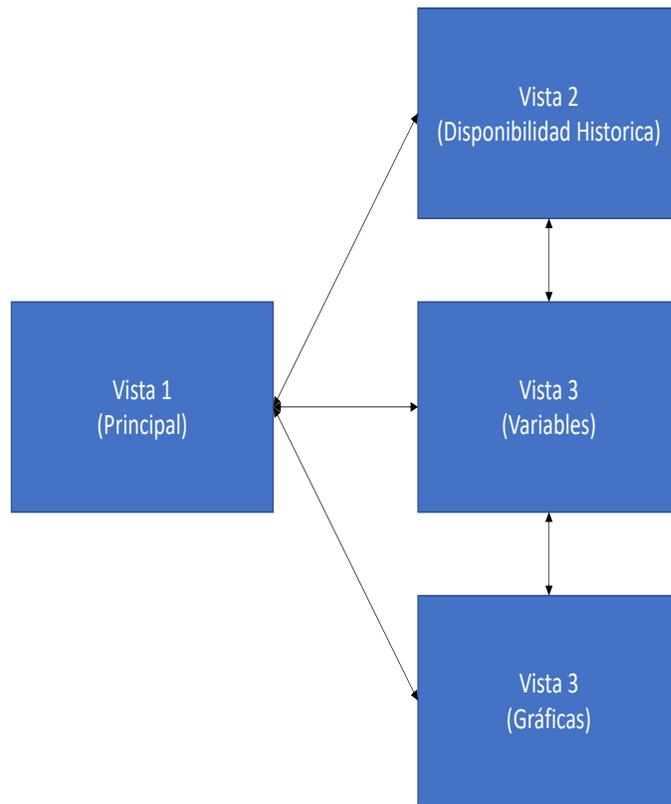


Figura 30. Diagrama de interfaz.

La Figura 31. Diagrama lógico de flujo de datos, describe el funcionamiento del Módulo Pronóstico mediante un diagrama lógico de flujo de datos descrito en (Gane & Sarson, 1987).

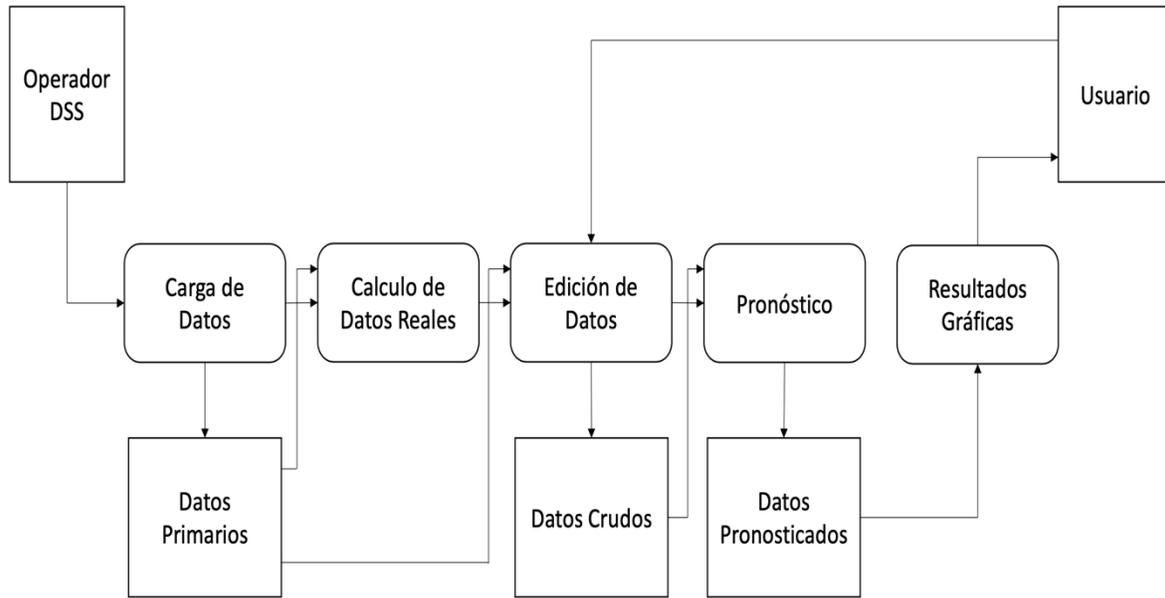


Figura 31. Diagrama lógico de flujo de datos.

Acorde a (Turban, Aronson & Liang, 2005) la construcción involucra las variables definidas, sus relaciones y la obtención de datos. A la vez se especifica que son necesarias evaluaciones y validaciones, que puedan demostrar que el Módulo Pronóstico cumple con los requerimientos del cliente. El diagrama de tipo IDEF 0, es presentado en la Figura 32. Fase de Construcción y Evaluación.

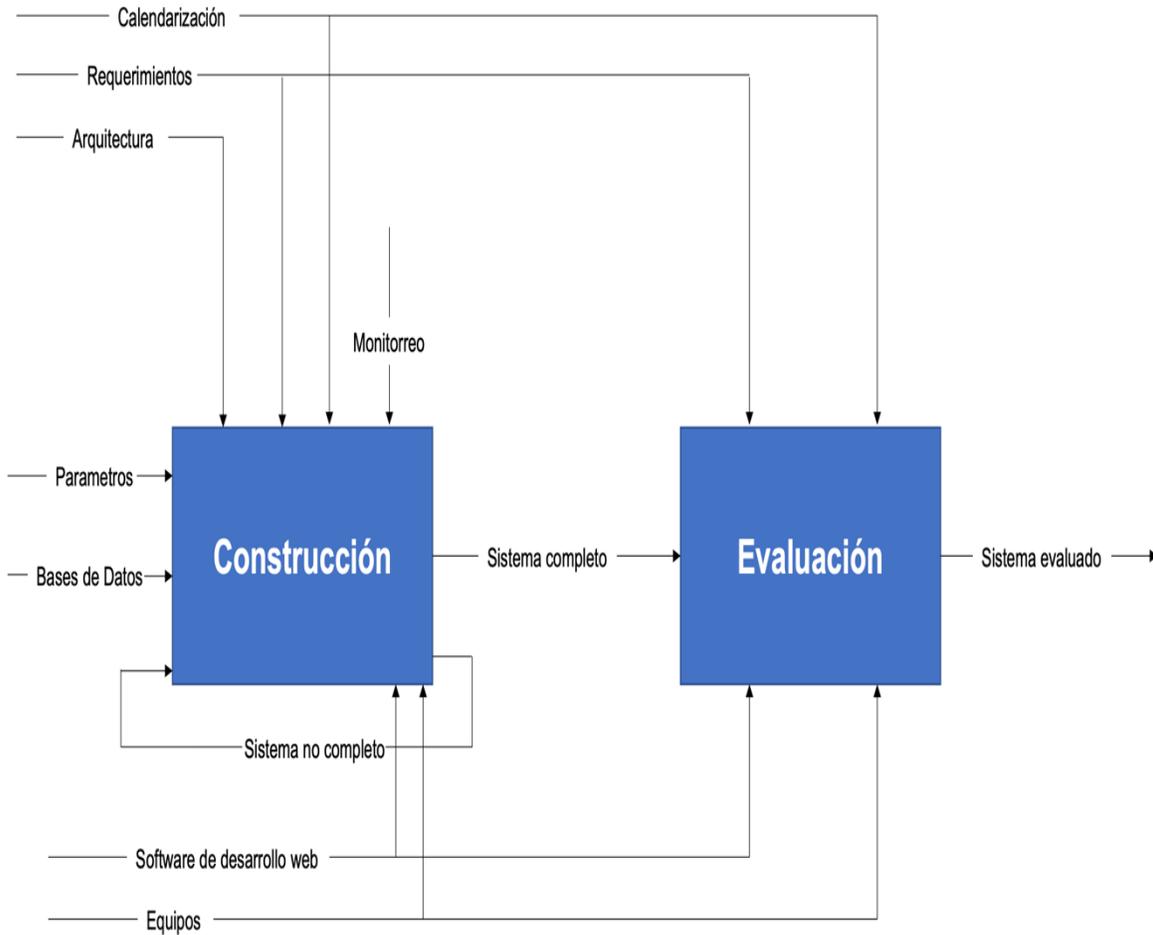


Figura 32. Fase de Construcción y Evaluación.

### 4.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SSTD

#### 4.3.1 Construcción e Integración del SSTD

La Figura 33. Proceso de construcción, expone la integración de los diferentes productos obtenidos en las anteriores fases. La integración es realizada de forma iterativa hasta obtener un prototipo que pueda ser evaluado por el cliente.

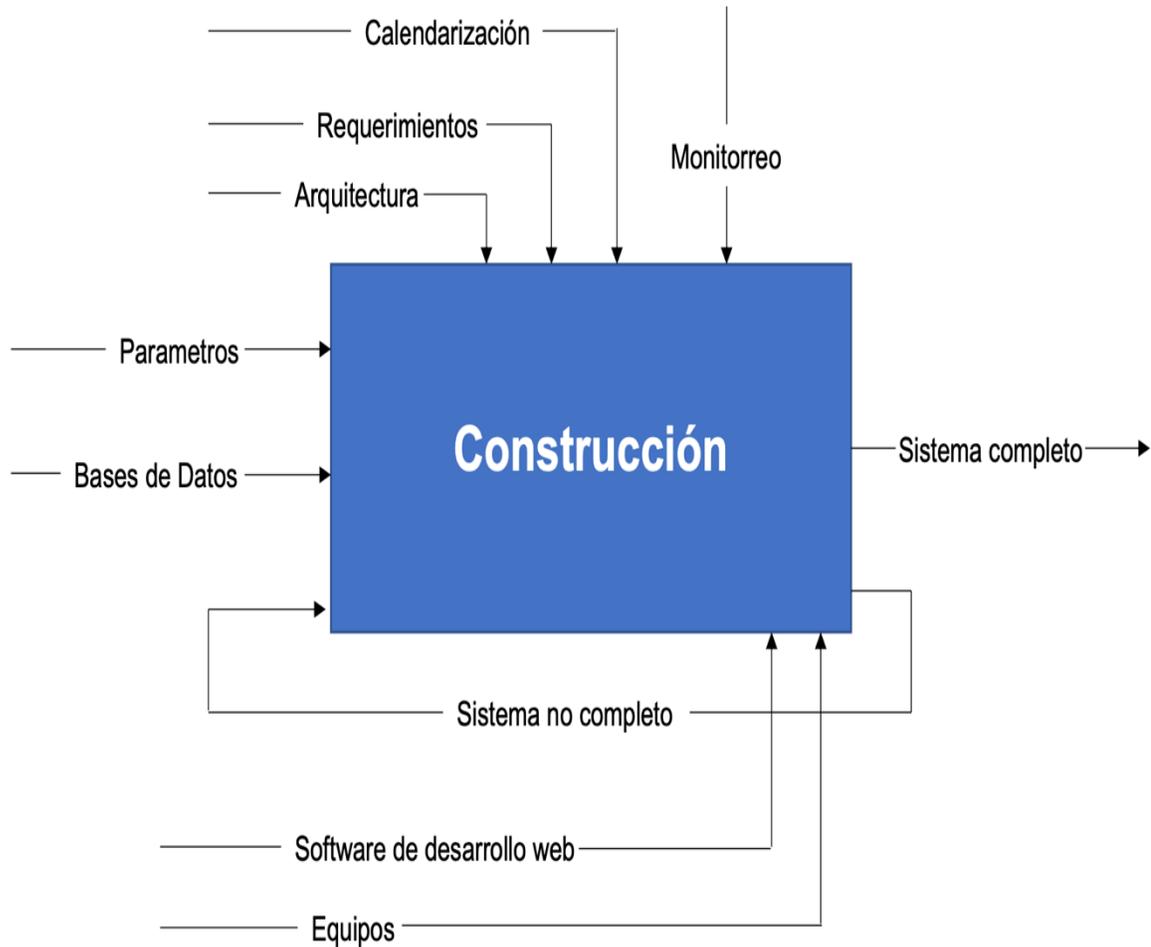


Figura 33. Proceso de construcción.

#### 4.3.2 Casos de Prueba del SSTD

Se realizaron casos de pruebas para escenarios del SSTD pronostico, con base al tipo de prueba de caja negra, el cual nos permite verificar los ítems a probar, mediante la entrada apropiada de datos o acciones y la obtención de resultados esperados. La Tabla 29. Prueba CP-001 muestra la descripción de las acciones y condiciones del caso prueba CP-001. De igual forma las acciones y condiciones de la prueba CP-002 son mostradas en la Tabla 30. Caso de prueba CP-0002.

Tabla 29. Prueba CP-001.

ID Caso de Prueba: CP-001

ID Historia de Usuario: HU-001

Propósito: Obtener el pronóstico de incidentes en servidor de aplicaciones.

#	Acciones	Datos de entrada	Salidas Esperadas	Salida Obtenida	Resultado
1	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Entrenamiento de roles"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Entrenamiento de roles" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
2	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Sustitución de equipo por obsolescencia"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Sustitución de equipo por obsolescencia" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
3	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Herramientas de monitoreo proactivas"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Herramientas de monitoreo proactivas" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
4	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Cambio de roles"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Cambio de roles" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
5	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Incidentes en comunicaciones"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Incidentes en comunicaciones" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
6	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Denegación de servicios a comunicaciones"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Denegación de servicios a comunicaciones" despliega correctamente la opción seleccionada "+".	PASS
7	Presionar el botón de simulación.	-	Se muestra el valor pronosticado y la diferencia con el valor real para el servidor de aplicaciones.	Se muestra el pronostico correctamente para el servidor de aplicaciones.	PASS

Tabla 30. Prueba CP-002.

ID Caso de Prueba: CP-002

ID Historia de Usuario: HU-002

Propósito: Obtener el pronóstico de incidentes en servidor de aplicaciones.

#	Acciones	Datos de entrada	Salidas Esperadas	Salida Obtenida	Resultado
1	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Entrenamiento de roles"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Entrenamiento de roles" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
2	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Sustitución de equipo por obsolescencia"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Sustitución de equipo por obsolescencia" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
3	En la pantalla de variables seleccionar la Variable de Decisión "Herramientas de monitoreo proactivas"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Herramientas de monitoreo proactivas" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
4	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Cambio de roles"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Cambio de roles" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
5	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Incidentes en comunicaciones"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Incidentes en comunicaciones" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
6	En la pantalla de variables seleccionar el escenario "Denegación de servicios a comunicaciones"	"+"	Se seleccionan correctamente los datos de entrada.	El campo "Denegación de servicios a comunicaciones" despliega correctamente la opción seleccionada "+"	PASS
7	Presionar el botón de simulación.	-	Se muestra el valor pronosticado y la diferencia con el valor real para el servidor de base de datos.	No se muestra de manera correcta el pronóstico para el servidor de base de datos.	FAIL

## 5. EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN

### 5.1 EVALUACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Para evaluar el módulo diseñado y aplicado en las secciones anteriores, se utilizó un instrumento que midiera la percepción de adoptar innovación en tecnología de información. Estos instrumentos fueron aplicados al Usuario Principal (Co- Tutor externo), Comité Tutoral y Usuarios Pilotos. La evaluación es esencialmente demográfica y sobre la percepción de utilidad, facilidad de uso compatibilidad.

Las Figura 34. Encuesta demográfica, Parte 1. Y Figura 35. Encuesta demográfica Parte 2. Muestran las siete preguntas de la encuesta, las que son de vital importancia para conocer las características del grupo encuestado. El instrumento conceptual de métricas de aceptación metodológicas es mostrado en la Figura 36. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de producto o servicio, Parte 1. y Figura 37. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de producto o servicio, Parte 2.

Cada concepto fue medido mediante un conjunto de reactivos particulares (tomados íntegramente de la literatura científica, aunque adaptados en el producto a evaluar) usando una Escala de Likert de 1 (totalmente desacuerdo con reactivo) a 5 (totalmente de acuerdo con reactivo).

**ENCUESTA DEMOGRÁFICA**

**INSTRUCCIONES. Por favor, antes de llenar el siguiente cuestionario, responda las siguientes preguntas para propósitos demográficos:**

1- Marque solamente una respuesta que mejor describa el alcance de las operaciones empresariales de su organización de trabajo:

- Regional.                       Nacional.                       Mundial.

2- Marque solamente una respuesta que mejor describa el nivel de su puesto laboral en su organización:

- Una posición técnica de TI en una organización empresarial o gubernamental  
 Un puesto gerencial en una organización empresarial o gubernamental  
 Un académico de TI  
 Un estudiante de Maestría

3- Marque solamente una respuesta que mejor describa su máximo nivel escolar alcanzado:

- Licenciatura  
 Especialidad Profesional (después de una Licenciatura)  
 Graduado de Nivel I (Maestría)  
 Graduado de Nivel II (Doctorado)

4- Marque solamente una respuesta que mejor describa su rango de edad:

- x-24  
 25-34  
 35-44  
 45-54  
 55- o más

Figura 34. Encuesta demográfica, Parte 1.

5.- Marque solamente una respuesta que mejor describa su periodo de tiempo en años utilizando servicios de TI controlados por algún estándar de Gestión de Servicios de TI (ITIL v2, ISO/IEC 20000, MOF 3.0, o CobIT):

- 1-3  
 4-6  
 7-9  
 10 o más años

6- Marque solamente una respuesta que mejor describa su situación actual sobre cursos cortos relacionados con cuestiones de Gestión de Servicios de TI que ha tomado:

- 0 cursos  
 1 - 2 cursos  
 3 o más cursos

7.- Marque solamente una respuesta que mejor describa su auto-evaluación actual sobre su experiencia en la comprensión y entendimiento del enfoque de Gestión de Servicios de TI:

- Novato (hasta 20%)  
 Inicial (más de 20% y hasta 40%)  
 Normal (más de 40% y hasta 60%)  
 Avanzado (más de 60% y hasta 80%)  
 Experto (más de 80%)

**¡Muchas gracias por su valiosa participación!**

Figura 35. Encuesta demográfica, Parte 2

**INSTRUMENTO CONCEPTUAL DE MÉTRICAS DE ACEPTACIÓN DE PRODUCTO O SERVICIO.**

**INSTRUCCIONES.** Favor de asignar de manera personal a cada estatuto el grado de acuerdo o desacuerdo que percibo sobre la herramienta PROTOTIPO [**Pronóstico de Gestión de Disponibilidad**] en base su experiencia en TIs a nivel Data Centers y el video-demo de 10 minutos entregado. **Favor de no dejar algún reactivo sin contestar. Gracias!**

Constructo	Total desacuerdo	Desacuerdo	Parcialmente Acuerdo-Desacuerdo	Acuerdo	Total Acuerdo
	1	2	3	4	5
<b>UTILIDAD</b>					
VR.1 Utilizar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ] me habilitaría a cumplir mis tareas de [ <b>Gestión de Niveles de Servicio de TI en mi organización</b> ] más rápidamente.					
VR.2 Utilizar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ] mejoraría la calidad de mi [ <b>Gestión de Niveles de Servicio de TI en mi organización</b> ].					
VR.3 Usar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ] realzaría la efectividad de mi [ <b>Gestión de Niveles de Servicio de TI en mi organización</b> ].					
VR.4 Usar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ] me daría mayor control sobre el proceso de [ <b>Gestión de Niveles de Servicio de TI en mi organización</b> ].					

Figura 36. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de producto o servicio, Parte 1.

Constructo	Total desacuerdo	Desacuerdo	Parcialmente Acuerdo-Desacuerdo	Acuerdo	Total Acuerdo
	1	2	3	4	5
<b>FACILIDAD DE USO</b>					
FU.1 Aprender a utilizar/operar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ] sería fácil para mí.					
FU.2 En caso de obligación de usar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ], sería fácil para mí.					
FU.3 En caso de obligación de usar la herramienta PROTOTIPO [ <b>Pronóstico de Gestión de Disponibilidad</b> ], sería difícil para mí.					

Figura 37. Instrumento conceptual de métricas de aceptación de producto o servicio, Parte 2.

## 5.2 RESULTADOS DE ENCUESTA DEMOGRÁFICA

Para la evolución de la metodología diseñada y propuesta para el Módulo Pronóstico de gestión de disponibilidad, se aplicó una encuesta demográfica que permite obtener aspectos de la población encuestada, que confirmen que la aplicación del instrumento conceptual de métricas de aceptación de metodologías a dicha población arrojaría resultados factibles y usables para lograr la evaluación del Módulo Pronóstico de gestión de disponibilidad. La Tabla 31. Datos de encuestados, y la Tabla 32. Media de resultados de la encuesta demográfica, muestran la media de resultados obtenidos de la aplicación de esta encuesta.

Tabla 31. Datos de encuestados.

Num	Rol	Datos Laborales
1	DBA	Jefe(a) de departamento de sistemas manejadores de bases de datos para servidores departamentales
2	SysAdmin WAN	Jefe(a) de departamento de administración de la red WAN
3	DataSecOps	Jefe(a) de departamente interoperabilidad
4	Webmaster	Jefe(a) de departameinto de Administración de servicios en WEB
5	Backup and Restore	Jefe(a) de departamento de administración de respaldos, resguardo y restauración de la información
6	SysAdmin SAN, NAS, CS	Jefe(a) de departamento de administración de equipo mayor de computo
7	SysAdmin Hipervisores	Jefe(a) de departamento de administración de servidores departamentales
8	DBA	Jefe(a) de departamento de sistemas manejadores de bases de datos para servidores mayores
9	SysAdmin LAN-MAN	Subdirector(a) de administración de infraestructura de red
10	Comunicaciones Unificadas	Jefe(a) de departamento de servidores de aplicaciones para servidores mayores y bases de datos especiales
11	Webmaster	Subdirector(a) de administración y soporte de bases de datos
12	Monitoreo Proactivo	Jefe(a) de departamento de ingeniería en sistemas
13	Normas Tlcs	Jefe(a) de departamenteo de monitoreo y control operativo
14	Admin Data Center	Subdirector(a) de administración de la infraestructura de computo
15		Director(a) de computo y comunicaciones

Tabla 32. Media de resultados de la encuesta demográfica.

Num	Constructo	Resultados
1	Alcance de las operaciones empresariales de su organización de trabajo	Nacional
2	Nivel de su puesto laboral en su organización	Un puesto gerencial en una organización empresarial o gubernamental
3	Máximo nivel escolar alcanzado	Licenciatura, Maestría
4	Rango de edad	45-55 años
5	Periodo de tiempo en años utilizando servicios de TI controlados por algún estándar de Gestión de Servicios de TI (ITIL v3, MOF 4.0, CobIT o ISO/IEC)	7-9 años
6	Situación actual sobre cursos cortos relacionados con cuestiones de Gestión de Servicios de TI que ha tomado	1-2 cursos
7	Experiencia en la comprensión y entendimiento del enfoque de Gestión de Servicios de TI	Avanzado (más de 60% y hasta 80%)

La media de resultados de la encuesta demográfica arroja que los sujetos encuestados, se encuentran trabajando en una empresa con un alcance nacional, a su vez se observa que los encuestados posee un puesto gerencial en una empresa gubernamental, de igual manera los encuestados poseen un nivel escolar mínimo de licenciatura y un nivel máximo de maestría, los encuestados además cuentan con un rango de edades entre 45 y 55 años.

Los encuestados cuentan de 7 a 9 años de experiencia, manejando servicios de TI controlados por algún estándar de Gestión de Servicios de TI, además se obtuvo que los encuestados cuentan actualmente con 1 o 2 cursos cortos relacionados con la Gestión de Servicios de TI, por último, podemos indicar que los encuestados poseen un nivel avanzado en cuanto a experiencia en la comprensión y entendimiento de Gestión de Servicios de TI.

Al hacer un breve análisis de los resultados se declara que los instrumentos conceptuales de evaluación para:

- Utilidad.
- Compatibilidad.
- Facilidad de uso.
- Valor.

Se aplicaron a una muestra confiable de individuos, ya que la percepción del artefacto es confiable y pertinente, dado que se obtendría una respuesta especializada de individuos que tienen un amplio conocimiento de servicios de TI controlados por algún estándar de Gestión de Servicios de TI.

### 5.3 RESULTADOS DEL INSTRUMENTO CONCEPTUAL DE MÉTRICAS

Lo primero que se realizó fue la captura de resultados por constructo, y en cada tabla se muestra el valor del constructo. La Tabla 33. Resultados del constructo Utilidad. La Tabla 34. Resultados del constructo Facilidad de Uso. La Tabla 35. Resultados del constructo Compatibilidad. Y la Tabla 36. Resultados del constructo Valor, muestran los resultados de media y desviación estándar de los cuatro constructos del instrumento conceptual de métricas de aceptación de metodologías.

Tabla 33. Resultados del constructo Utilidad.

Constructo	Escala	Media	Desviación Estándar
<b>C1. Utilidad</b>	[1...5]	4.31	1.142
VR.1	[1...5]	4.33	1.175
VR.2	[1...5]	4.26	1.163
VR.3	[1...5]	4.33	1.175
VR.4	[1...5]	4.33	1.175

Tabla 34. Resultados del constructo Facilidad de Uso.

Constructo	Escala	Media	Desviación Estándar
<b>C2. Facilidad de Uso</b>	[1...5]	4.20	1.120
FU.1	[1...5]	4.20	1.146
FU.2	[1...5]	4.20	1.146
FU.3	[1...5]	4.20	1.146

Tabla 35. Resultados del constructo Compatibilidad.

Constructo	Escala	Media	Desviación Estándar
<b>C3. Compatibilidad</b>	[1...5]	4.28	1.160
CO.1	[1...5]	4.26	1.163
CO.2	[1...5]	4.33	1.175
CO.3	[1...5]	4.26	1.223

Tabla 36. Resultados del constructo Valor.

Constructo	Escala	Media	Desviación Estándar
<b>C4. Valor</b>	[1...5]	4.50	0.813
VA.1	[1...5]	4.46	0.834
VA.2	[1...5]	4.46	0.834
VA.3	[1...5]	4.53	0.834
VA.4	[1...5]	4.53	0.834

Para realizar el análisis estadístico se hará un análisis de medias y debido a que el tamaño de la muestra es menor de 30, se empleará una distribución t-student de un solo extremo para cada constructo a fin de obtener conclusiones de las evaluaciones obtenidas.

Con este tipo de prueba podemos resolver el contraste unilateral de las hipótesis creadas para cada constructo, rechazando uno de los dos extremos de la distribución muestral. La interpretación de la prueba es mostrada en la Figura 38. Prueba t-Student.

$$H_0: \bar{x} \leq \mu$$

$$H_A: \bar{x} > \mu$$

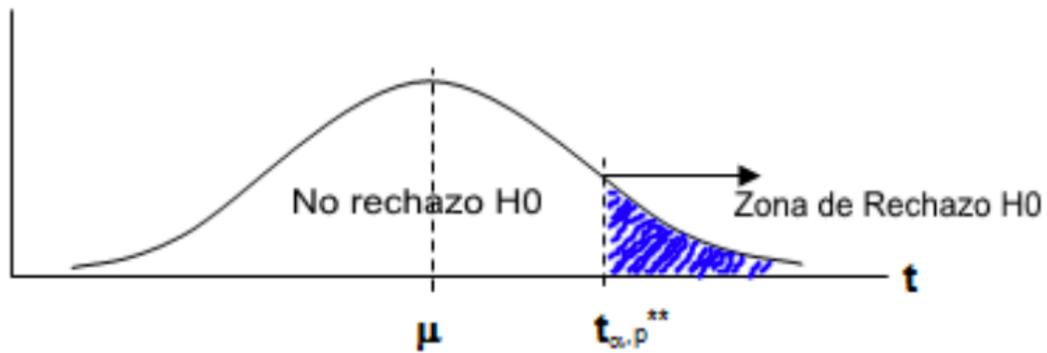


Figura 38. Prueba t-Student.

En la Figura 39. Tabla T-Student, puede verse en la tabla de t-Student necesaria para la realización de la prueba, debemos fijarnos que trabajaremos con un nivel de confianza de 95 (Noventa y cinco) y 14 (Catorce) grados de libertad, por lo que como valor crítico para rechazar las hipótesis alternativas tendremos 1.7613.

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208

Figura 39. Tabla T-Student.

A su vez, para la realización del análisis estadístico se utilizó el software estadístico MaxStart Lite, software que permite realizar estadísticas de una forma sencilla.

### 5.3.1 Constructo 1: Utilidad

Hipótesis:

H0 Utilidad:  $X \text{ Utilidad} \leq 4.0$

HA Utilidad:  $X \text{ Utilidad} > 4.0$

La tabla 37. Resultados de prueba t-Student para el constructo Utilidad, muestra los resultados estadísticos de realizar la prueba de t-Student.

Tabla 37. Resultados de prueba t-Student para el constructo Utilidad.

Media (X)	Desviación Estándar (S)	n	t	$\mu$	$\alpha$ (n-1)	P	t**
4.317	1.142	15	2.147	4.00	14	0.0179	1.7613

Por lo tanto, como  $t > t^{**}$  entonces podemos rechazar H0 a un nivel de significancia del 5%. Es decir, hay suficiente evidencia estadística para exponer que el Módulo Pronóstico de disponibilidad, en procesos de gestión de disponibilidad del Data Center Central de INEGI, es percibido como útil para la Gestión de Niveles de Servicios de TI en la institución.

### 5.3.2 Constructo 2: Facilidad de Uso

Hipótesis:

H0 FacilidadUso:  $X \text{ FacilidadUso} \leq 4.0$

HA FacilidadUso:  $X \text{ FacilidadUso} > 4.0$

La tabla 38. Resultados de prueba t-Student para el constructo Facilidad de Uso, muestra los resultados estadísticos de realizar la prueba de t-Student.

Tabla 38. Resultados de prueba t-Student para el constructo Facilidad de Uso.

Media (X)	Desviación Estándar (S)	n	t	$\mu$	$\alpha$ (n-1)	P	t**
4.200	1.120	15	1.198	4.00	14	0.1187	1.7613

Por lo tanto, como  $t < t^{**}$  entonces NO podemos rechazar H0 a un nivel de significancia del 5%. Es decir, NO tenemos suficiente evidencia estadística para exponer que el Módulo Pronóstico de disponibilidad, en procesos de gestión de disponibilidad del Data Center Central de INEGI, es percibido como fácil de usar, por lo que se observa que es necesario un periodo de entrenamiento para poder emplear e implementar el Módulo Pronóstico de disponibilidad para la Gestión de Niveles de Servicios de TI en la institución.

### 5.3.3 Constructo 3: Compatibilidad

Hipótesis:

H0 Compatibilidad: X Compatibilidad  $\leq$  4.0

HA Compatibilidad: X Compatibilidad  $>$  4.0

La tabla 39. Resultados de prueba t-Student para el constructo Compatibilidad, muestra los resultados estadísticos de realizar la prueba de t-Student.

Tabla 39. Resultados de prueba t-Student para el constructo Compatibilidad.

Media (X)	Desviación Estándar (S)	n	t	$\mu$	$\alpha$ (n-1)	P	t**
4.289	1.160	15	1.870	4.00	14	0.0500	1.7613

Por lo tanto, como  $t > t^{**}$  entonces podemos rechazar H0 a un nivel de significancia del 5%. Es decir, hay suficiente evidencia estadística para exponer que el Módulo Pronóstico de disponibilidad, en procesos de gestión de disponibilidad del Data Center Central de INEGI, es percibido como compatible para la Gestión de Niveles de Servicios de TI en la institución.

### 5.3.4 Constructo 4: Valor

Hipótesis:

H0 Valor:  $X \text{ Valor} \leq 4.0$

HA Valor:  $X \text{ Valor} > 4.0$

La tabla 40. Resultados de prueba t-Student para el constructo Valor, muestra los resultados estadísticos de realizar la prueba de t-Student.

Tabla 40. Resultados de prueba t-Student para el constructo Valor.

Media (X)	Desviación Estándar (S)	n	t	$\mu$	$\alpha$ (n-1)	P	t**
4.500	0.813	15	4.764	4.00	14	0.0001	1.7613

Por lo tanto, como  $t > t^{**}$  entonces podemos rechazar H0 a un nivel de significancia del 5%. Es decir, hay suficiente evidencia estadística para exponer que el Módulo Pronóstico de disponibilidad, en procesos de gestión de disponibilidad del Data Center Central de INEGI, es percibido de alto valor para la Gestión de Niveles de Servicios de TI en la institución.

---

## 6. CONCLUSIONES

El principal objetivo del caso práctico que es diseñar, programar y evaluar una herramienta prototipo de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD) para la planeación ágil de los niveles de disponibilidad en servicios de TI usando prácticas recomendadas en la ingeniería de sistemas y el marco de procesos de gestión ágil de servicios, se cumplió en su totalidad, para lograr este objetivo se establecieron 4 objetivos específicos que se mencionan a continuación:

1. Identificar las principales clasificaciones propuestas en la literatura de gestión tradicional vs ágil de disponibilidad de servicios de TI en Data Centers sobre los principales recursos de TI y métricas asociadas a considerar.
2. Identificar los principales modelos (variables y fórmulas) y herramientas computacionales de pronósticos de niveles de disponibilidad de servicios de TI reportados en la literatura recientes (2010-2018).
3. Diseñar un modelo (variables y fórmulas) de pronóstico de niveles de disponibilidad en servicios de TI basándose en la literatura consultada y al marco comparativo de procesos de ITIL vs FitSM.
4. Construir el modelo (O3) como un sistema de soporte a la toma de decisiones (SSTD) computacional que sea percibido con valores adecuados (valores mayores a 3 en una escala de Likert 1 a 5) de *utilidad*, *facilidad de uso*, *compatibilidad* y *valor*, por el grupo evaluador asignado.

---

## 6.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS RESPECTO OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico 1: Desde el inicio del caso práctico se estableció con el Comité Tutoral, la utilización del marco de mejores practicas ITIL v3, ya que este contempla en una de sus fases la disponibilidad de servicios de TI, a su vez se contempló la utilización de un marco de mejores practicas ágil, pero debido a la complicación por encontrar literatura referente a este se optó por la utilización de FitSm una familia de estándares para la administración de servicios de TI ligero, se tomó la decisión de elegir este estándar, ya que fue diseñado para integrarse con el marco de mejores practicas ITIL, facilitándonos la construcción del caso práctico.

Objetivo específico 2: Se identificó diferente literatura referente al cálculo pronóstico de niveles de disponibilidad en servicios de TI, la cual nos permitió complementar el modelo con diferentes variables y fórmulas para la realización del módulo pronóstico de disponibilidad, ya que esta literatura menciona apartados que no se exploran demasiado en la literatura de gestión de servicios de TI tradicional, ni en la literatura de gestión de servicios de TI ágiles.

Objetivo específico 3: Se diseñó un modelo pronóstico de niveles de disponibilidad para servicios de TI basados en el marco de mejores prácticas ITIL v3 y en la administración de servicios de TI ligero FitSM, esto permitió que el modelo contemplara varios aspectos de disponibilidad con un enfoque ágil, además el modelo se complementó con variables y fórmulas obtenidas de los principales modelos reportados en la literatura.

Objetivo específico 4: La metodología utilizada para la creación del SSTD fue fundamental, ya que en esta se planteó toda la arquitectura del Módulo Pronóstico, para este caso práctico se diseñó, programo y evaluó una herramienta prototipo a partir de cero, se determinó, en conjunto con el Comité Tutotal, que la tecnología Angular con Express y Node js, podía soportar los requerimientos funcionales y proporcionar lasas interfaces de usuario requeridas.

---

Una vez creada la herramienta prototipo se llevaron a cabo evaluaciones mediante instrumentos que midieran la percepción de adoptar innovación en tecnología de la información los que arrojaron resultados favorables sobre el módulo construido.

Para la evaluación de la utilidad, facilidad de uso, compatibilidad y valor, se aplicaron instrumentos conceptuales de evaluación, a una muestra de 15 usuarios potenciales. Cada uno de estos usuarios fue contactado por email, donde se les indicaba la forma de acceder al Módulo Pronóstico de disponibilidad, a su vez se les proporcionó un kit de evaluación con la dirección donde estaba alojado el módulo pronóstico de disponibilidad, un manual de usuario, un video demo con la explicación de uso del módulo y por último cuatro cuestionarios para asentar sus respuestas sobre los conceptos de utilidad, facilidad de uso, compatibilidad y valor.

Los resultados obtenidos, nos permiten concluir que el Módulo Pronóstico de disponibilidad fue percibido con satisfactorias puntuaciones para utilidad, compatibilidad y valor, y con un área de mejora para el constructo de facilidad de uso.

## **6.2 BENEFICIOS OBTENIDOS**

El Módulo Pronóstico de disponibilidad es una herramienta prototipo de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD), que ayuda a predecir los niveles de disponibilidad en un servicio de misión crítica dentro de la institución INEGI. El módulo nos proporciona una vista clara de como es el comportamiento en cuestión de niveles disponibilidad de cuatro de las capas base de este servicio de misión crítica en la institución. Las capas que muestra el módulo son: Servidor de Aplicaciones, Servidor de Base de Datos, el componente de Red LAN y por último el componente de Red WAN.

---

El módulo es alimentado por datos históricos de las cuatro capas mencionadas anteriormente, a su vez proporciona un pronóstico de la disponibilidad de cada uno de los componentes, que permite al cliente la toma de decisiones futuras según los resultados obtenidos. Creando conciencia sobre la importancia del uso de herramientas de monitoreo para los servicios de TI.

Para la creación del módulo pronóstico de disponibilidad basados en la metodología DMSS, permitió describir con detalles los procesos involucrados, clientes y componentes. Esto facilitó la documentación del proceso del módulo, haciendo que sea más sencillo el mantenimiento y futura extensión de este. De la misma manera el diseño modular con arquitectura basada en componentes y la utilización de un marco de procesos ágil, permitió obtener un producto de fácil instalación, con costos reducidos, facilidad de desarrollo y la mitigación de la complejidad técnica.

### **6.3 PROBLEMAS ADICIONALES ENCONTRADOS**

El principal problema encontrado durante el desarrollo del caso práctico fue la falta de literatura relacionada con la gestión ágil de servicios de TI, esto debido a que la gestión ágil de servicios de TI es un tema relativamente nuevo, es complicado encontrar literatura donde sean aplicados correctamente los marcos de procesos ágiles. Específicamente la literatura relacionada con la gestión ágil de niveles de disponibilidad se encuentra escasa y muy pocos de los marcos de procesos ágiles mencionan como es que deben ser gestionados los niveles de disponibilidad en los servicios de TI.

Al tratarse de una herramienta desarrollada sin ninguna base, se presentaron complicaciones en los tiempos de entrega de los avances del Módulo Pronóstico, esto debido a la complicación en el manejo del framework Angular JS, esto retrasó las entregas que se habían planteado desde un principio para el Módulo Pronóstico.

---

## **6.4 RECOMENDACIONES FINALES PARA CLIENTES Y USUARIOS**

La arquitectura diseñada para el Módulo Pronóstico de disponibilidad puede ser reutilizada para aplicarlo a más procesos dentro de INEGI, ya que esta es la base para implementar cualquier sistema, la arquitectura del módulo puede ser utilizada para ser aplicada en otro tipo de gestión, con la posibilidad de ser aplicados en otros servicios de misión crítica en INEGI.

Con la creación de este módulo, podemos exponer que es posible mezclar métodos y herramientas que permitan una mejor gestión de la disponibilidad en servicios de TI. El módulo permite a los tomadores de decisiones dentro de INEGI evaluar que efectos tienen diferentes modificaciones en los niveles de disponibilidad del servicio, para el cumplimiento de los SLAs.

El módulo permite una mejor gestión de los niveles de disponibilidad, así como la toma de decisiones por parte de INEGI, mediante un análisis rápido del pronóstico de niveles de disponibilidad en las capas tecnológicas: Servidor de Aplicaciones, Servidor de Base de datos, Red LAN y Red WAN, de esta forma el Módulo Pronóstico de disponibilidad permite establecer de forma anticipada nuevas estrategias que maximicen la eficiencia y calidad del servicio.

## **6.5 PARA FUTUROS CASOS SIMILARES**

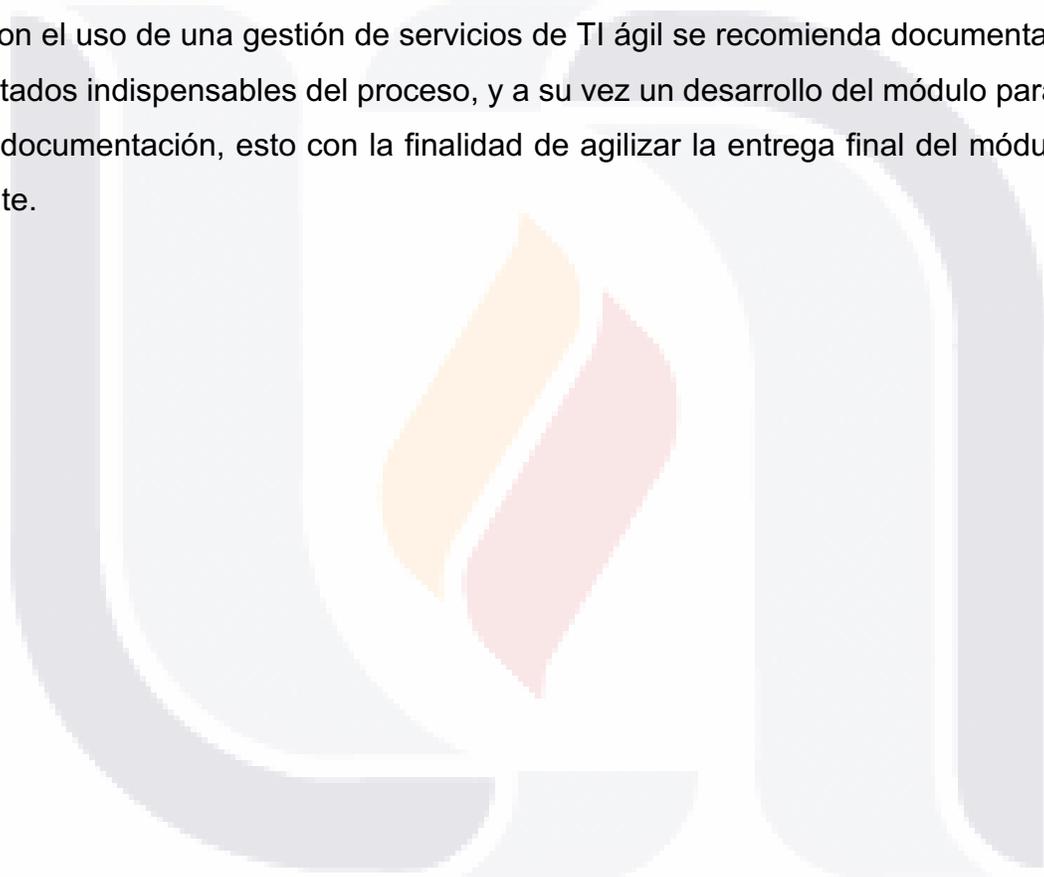
Basándonos en la experiencia con la realización del caso práctico para un servicio de Ti de misión crítica en una institución como INEGI, puedo sugerir que la utilización de una metodología para la creación de una herramienta de este tipo es fundamental debido a que el desarrollo es mucho más sencillo.

Un punto importante para mencionar es tener una buena comunicación con el cliente, ya que este es el principal beneficiado, además que en la utilización de una

gestión de servicios de TI ágil es indispensable estar en constante comunicación con el cliente para entregar avances del proceso de desarrollo.

Es importante también seleccionar y conocer las herramientas de desarrollo, ya que seleccionar una herramienta para el desarrollo poco conocida puede traer problemas con los tiempos de entrega del producto y atrasar la entrega final del mismo.

Con el uso de una gestión de servicios de TI ágil se recomienda documentar los apartados indispensables del proceso, y a su vez un desarrollo del módulo paralelo a la documentación, esto con la finalidad de agilizar la entrega final del módulo al cliente.



## 7. REFERENCIAS

Alter, S. (1980). *Decision support systems: current practice and continuing challenges* (No. 04; HD30. 23, A5.).

Cannon, D. (2011) *ITIL® Service Strategy*, 2011 edition, TSO The Stationery Office, London., pp (13-30)

Cannon, D. (2011) *ITIL® Service Design*, 2011 edition, TSO The Stationery Office, London., pp (125-157)

Cotera Rodríguez, R. (2018). Implementación de los estándares para la gestión ligera de servicios de tecnologías de la información FitSM en el entorno del IFCA.

Draft Federal Information Processing Standards: “Announcing the Standard for integration definition for function modeling (IDEF0)”. Publication 183, December 21, 1993

FitSM: Advanced training in service operation and control slides (2018) Documento de internet en: <https://www.fitsm.eu/downloads/#toggle-id-9>.

FitSM-0: Overview and Vocabulary (2018). Documento de internet en: <https://www.fitsm.eu/downloads/#top>

FitSM-2: Objectives and Activities (2018). Documento de internet en: <https://www.fitsm.eu/downloads/#top>

FitSM-3: Role Model (2018), Documento de internet en: <https://www.fitsm.eu/downloads/#top>

Gane, C., & Sarson, T. (1987). *Análisis Estructurado de Sistemas*. El Ateneo. Recuperado a partir de <https://luiscastellanos.files.wordpress.com/2014/02/analisis-estructurado-de-sistemas-gane-sarson.pdf>

---

---

Gompel, M., Van Bon, W. H., Schreuder, R., & Adriaansen, J. J. (2002). Reading and spelling competence of Dutch children with low vision. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 96(6), 435-447.

Hochstein, A., Tamm, G. and Brenner, W. (2005). Service-oriented IT management: Benefit, Cost and Success Factors. Regensburg ,Germany: Proceedings of European Conference on Information Systems.

Hoyland, A., and Rausand, M. (1994). System Reliability Theory: Models and Statistics Methods. New York: Wiley.

IDEFØ- Function Modeling Method. (2019). Documento de internet en: [http://www.idef.com/idefo-function\\_modeling\\_method/](http://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/).

INEGI (2018) Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018, Documento de internet en: [https://ods.org.mx/docs/doctos/SDG\\_Report2018\\_es.pdf](https://ods.org.mx/docs/doctos/SDG_Report2018_es.pdf).

INEGI (1985a). Difusión de la información. Documento de internet en: <https://www.inegi.org.mx/inegi/contenido/difusion.html>

INEGI (1985b). Quiénes somos, Documento de internet en: [https://www.inegi.org.mx/inegi/quienes\\_somos.html](https://www.inegi.org.mx/inegi/quienes_somos.html)

Keller, A., & Ludwig, H. (2003). The WSLA framework: Specifying and monitoring service level agreements for web services. *Journal of Network and Systems Management*, 11(1), 57-81.

Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems Research*, 2(3), 192–222. <https://doi.org/10.1287/isre.2.3.192>

Mora, M., Phillips-Wren, G., Cervantes-Pérez, F., Garrido, L., & Gelman, O. (2014). Improving IT Service Management with Decision-Making Support Systems.

---

En M. Mora, J. M. Gómez, L. Garrido, & F. C. Pérez (Eds.), *Engineering and Management of IT-based Service Systems*. Springer Berlin Heidelberg., pp (215–232)

Mora, M., Wang, F., Gelman, O., & Kljajic, M. (2011). IDSSE-M: A Software System Engineering Methodology for Developing Intelligent Decision-Making Support Systems. *International Journal of Decision Support System Technology*., pp (55–84).

Müller, K., Schwarz, H., Marpe, D., Bartnik, C., Bosse, S., Brust, H., ... & Tech, G. (2013). 3D high-efficiency video coding for multi-view video and depth data. *IEEE transactions on image processing*, 22(9), 3366-3378.

Orta, Elena, Ruiz, M., Hurtado, N., & Gawn, D. (2014). Decision-making in IT Service Management. *Decis. Support Syst.*, pp (36–51).

Orta, Elena, Ruiz, M., & Toro, M. (2009). Análisis de los Efectos de las Políticas de Gestión de la Capacidad de los Servicios en el Cumplimiento de los SLAs utilizando Simulación. *Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos.*, pp (33–44).

Orta, Elena, Ruiz, M., & Toro, M. (2009). Aplicación de las Técnicas de Modelado y Simulación en la Gestión de Servicios TI. *Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos.*, pp (21–35).

Potgieter, B. C., Botha, J. H., and Lew, C. (2005). Evidence That Use of the ITIL Framework is Effective. Tauranga, New Zealand: Proceeding of the 18th Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications.

Radecki, M., Szymocha, T., Szepieniec, T., & Róžańska, R. (2014). Improving PL-Grid Operations Based on FitSM Standard. In *eScience on Distributed Computing Infrastructure* Springer, Cham., pp (94-105).

---

Rohani, H., & Roosta, A. K. (2014). Calculating Total System Availability. *Information Services Organization KLM-Air France, Amsterdam Documento en internet en:* <https://www.delaat.net/rp/2013-2014/p17/report.pdf>., pp (12-20)

S. Bosse, C. Schulz, and K. Turowski, (2014) "Predicting availability and response times of IT services," in 22nd European Conference on Information Systems, Tel Aviv, Israel., pp (1–14).

Sprague Jr, R. H., & Carlson, E. D. (1982). *Building effective decision support systems*. Prentice Hall Professional Technical Reference.

System Reliability and Availability (EventHelix.com Inc.,2017), Documento de internet en: [https://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/FaultHandling/system\\_reliability\\_availability.htm](https://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/FaultHandling/system_reliability_availability.htm)

Turban, E., Aronson, J. E., & Liang, T.-P. (2005). *Decision Support System And Intelligent System* (7th ed.). New Jersey, USA: Prentice-Hall.

Turban, E. (1993). *Decision support and expert systems: management support systems*. Prentice Hall PTR.

Van Bon, J., de Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van Der Veen, A., & Verheijen, T. (2008). *Service design based on ITIL V3: a management guide*. Van Haren Publishing.

Vargas, E., & BluePrints, S. (2000). High availability fundamentals. *Sun Blueprints series*, Documento en internet en: <http://www-it.desy.de/common/documentation/cd-docs/sun/blueprints/1100/hafund.pdf>

Zacks, S. (1992). *Introduction to Reliability Analysis: Probability Models and Statistics Methods*. New York: Springer-Verlag.

Zeng, J. (2008). A case study on applying ITIL availability management best practice. *Contemporary Management Research.*, pp (321-332).

---

## 8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**AST:** Sinónimo de horas de servicio; comúnmente se utiliza en los cálculos formales de la disponibilidad.

**Calidad:** Es la capacidad de un producto, servicio o proceso para proporcionar el valor previsto. Por ejemplo, un componente de hardware puede ser considerado como de alta calidad si tiene el desempeño que se espera y proporciona la confiabilidad requerida.

**COBIT:** Objetivos de Control para la Información y Tecnologías Relacionadas (COBIT) proporciona orientación y las mejores practicas para la gestión de procesos de TI. COBIT es publicado por ISACA, en conjunto con el Instituto de Gobierno de TI (IT Governance Institute -ITGI).

**Data Center:** Es un centro de procesamiento de datos, una instalación empleada para albergar un sistema de información de componentes asociados, como telecomunicaciones y los sistemas de almacenamiento donde generalmente incluyen fuentes de alimentación redundante o de respaldo de un proyecto típico de Data Center que ofrece espacio para hardware en un ambiente controlado.

**FitSM:** Es el nombre de una familia de estándares para la administración de servicios de TI livianos (ITSM).

**Gestión de disponibilidad:** La gestión de disponibilidad es responsable de planificar, medir y mejorar la disponibilidad de los servicios de TI en todos los aspectos. La gestión de disponibilidad se encarga de asegurar que la infraestructura, los procesos, las herramientas y las funciones de TI sean adecuados para cumplir con los acuerdos de niveles de servicio (SLAs).

---

**Gestión de disponibilidad y continuidad del servicio (SACM):** El proceso de gestión de disponibilidad y continuidad del servicio asegura suficiente disponibilidad del servicio para cumplir con los requerimientos acordados y una adecuada continuidad del servicio.

**Infraestructura de TI:** Es todo el hardware, software, redes, instalaciones, etc., que se necesitan para desarrollar, probar, entregar, monitorear, controlar o dar soporte a servicios de TI. El término incluye toda la tecnología de información, pero no a las personas, procesos y ni documentación asociada.

**ISO 2000:** Es un marco de administración de servicios de TI. Esta norma promueve la adopción de un enfoque de procesos integrados, para una provisión eficaz de servicios gestionados que satisfaga los requisitos del negocio y de los clientes.

**ITIL:** Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de información. Es un conjunto de publicaciones de mejores prácticas para la gestión de servicios que han usado con éxito grandes organizaciones. ITIL proporciona guías de calidad para la prestación de servicios.

**ITIL v3:** El marco de trabajo ITIL se basa en el ciclo de vida de servicio y dicho ciclo consta de cinco etapas (estrategia del servicio, diseño del servicio, transición del servicio, operación del servicio y mejora continua).

**ITSM:** Administración de servicios de TI, (por sus siglas en inglés, Information Technology Service Management) es una estrategia de clase mundial para Administrar las TICs como un negocio. La metodología ITMS es una metodología enfocada al cliente y orientada a servicios.

**Mejores Prácticas:** Una mejor práctica es una forma de hacer las cosas o una serie de principios generalmente adaptados en un ámbito profesional, y que sirve para adoptar valor de negocio; en el caso de TI, a través del manejo de la información.

---

**Metodología:** Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica, una exposición doctrinal.

**MOF:** Microsoft Operations Framework, es un marco de referencia para todos los Administradores de TI, en el que podrán encontrar una serie de guías prácticas para actividades de TI cotidianas.

**MTBF:** Es el acrónimo de las palabras inglesas *Mean Time Between Failures*, o tiempo medio entre fallos. El MTBF es el tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo (o avería) de un proceso, o en otras palabras, la inversa de la frecuencia con que ocurre cada parada.

**MTBSI:** Es una métrica utilizada para medir e informar sobre la confiabilidad. Es el tiempo medio desde que un sistema o servicio de TI falla, hasta la próxima falla.

**MTRS:** Es el tiempo promedio necesario para restablecer un servicio de TI u otro elemento de configuración después de una falla.

**MTTR:** Es el acrónimo de las palabras inglesas *Medium Time To Repair*, o tiempo medio hasta haber reparado la avería.

**ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible):** Los ODS son un plan para conseguir un futuro sostenible para todos. Se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia.

**Rol:** Es un conjunto de responsabilidades, actividades y autoridad asignadas a una persona o equipo. Un rol se define en un proceso o función. Una persona o equipo puede tener múltiples roles.

**Servicio:** Medio para proporcionar valor al usuario a facilitar los resultados que desean alcanzar los usuarios sin la necesidad de que asuman los costos y riesgos específicos asociados.

**Servicio de TI:** Es un servicio proporcionado por un proveedor de servicios de TI. Un servicio de TI se compone de una combinación de tecnología de información, personas y procesos.

**SLA:** Un acuerdo de nivel de servicio o Service Level Agreement, es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio.

**TI:** Tecnología de Información. Es el uso de la tecnología para el almacenamiento, la comunicación o el procesamiento de la información. Típicamente, la tecnología incluye computador(as), telecomunicaciones, aplicaciones y otro software. La información puede incluir datos del negocio, voz, imágenes, video, entre otros.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Lista de Datos Componente HTTP SERVER.

Código	Nombre	Valor	Fuente	Comentarios
W1[C1]	TiempoCaida-D	N	T.2[C1]	Contiene los datos del componente HTTP SERVER.
W1[C1]	Fecha	N	T.2[C1]	
W1[C1]	TiempoActividad-U	N	T.2[C1]	
W2[C1]	Mantenimiento-M	N	T.1[C1]	Contiene los datos del componente HTTP SERVER.
W3[C1]	Tiempo de servicio acordado-AST	N	T.1[C1]	
W4[C1]	Numero de caídas del servicio-B	N	NM.1[C1]	Proporcionado o calculado por el sistema.
W5[C1]	SLA	N	T.1[C1]	
W5[C1]	TotalHoras-T	N	T.1[C1]	
W5[C1]	Cost-Tickets	N	T.1[C1]	

### Anexo 2. Lista de Datos Componente DB SERVER.

Código	Nombre	Valor	Fuente	Comentarios
W1[C2]	TiempoCaida-D	N	T.2[C1]	Contiene los datos del componente DB SERVER.
W1[C2]	Fecha	N	T.2[C1]	
W1[C2]	TiempoActividad-U	N	T.2[C1]	
W2[C2]	Mantenimiento-M	N	T.1[C1]	Contiene los datos del componente DB SERVER.
W3[C2]	Tiempo de servicio acordado-AST	N	T.1[C1]	
W4[C2]	Numero de caídas del servicio-B	N	NM.1[C1]	Proporcionado o calculado por el sistema.
W5[C2]	SLA	N	T.1[C1]	
W5[C2]	TotalHoras-T	N	T.1[C1]	
W5[C2]	Cost-Tickets	N	T.1[C1]	

### Anexo 3. Lista de Datos Componente NW LAN.

Código	Nombre	Valor	Fuente	Comentarios
W1[C3]	TiempoCaida-D	N	T.2[C3]	Contiene los datos del componente NW LAN.
W1[C3]	Fecha	N	T.2[C3]	
W1[C3]	TiempoActividad-U	N	T.2[C3]	
W2[C3]	Mantenimiento-M	N	T.1[C3]	Contiene los datos del componente NW LAN.
W3[C3]	Tiempo de servicio acordado-AST	N	T.1[C3]	
W4[C3]	Numero de caídas del servicio-B	N	NM.1[C3]	Proporcionado o calculado por el sistema.
W5[C3]	SLA	N	T.1[C3]	
W5[C3]	TotalHoras-T	N	T.1[C3]	
W5[C3]	Cost-Tickets	N	T.1[C3]	

### Anexo 4. Lista de Datos Componente NW WAN.

Código	Nombre	Valor	Fuente	Comentarios
W1[C4]	TiempoCaida-D	N	T.2[C4]	Contiene los datos del componente NW WAN.
W1[C4]	Fecha	N	T.2[C4]	
W1[C4]	TiempoActividad-U	N	T.2[C4]	
W2[C4]	Mantenimiento-M	N	T.1[C4]	Contiene los datos del componente NW WAN.
W3[C4]	Tiempo de servicio acordado-AST	N	T.1[C4]	
W4[C4]	Numero de caídas del servicio-B	N	NM.1[C4]	Proporcionado o calculado por el sistema.
W5[C4]	SLA	N	T.1[C4]	
W5[C4]	TotalHoras-T	N	T.1[C4]	
W5[C4]	Cost-Tickets	N	T.1[C4]	

**Anexo 5. Pantallas del Módulo Pronóstico de Disponibilidad.**


Inicio Disponibilidad Serie

## Módulo Pronóstico de Disponibilidad

Herramienta prototipo de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD) para la planeación ágil de niveles de disponibilidad del servicio de misión crítica de INEGI Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).



**Componente  
HTTP SERVER**



Esta pantalla permite capturar los datos del componente HTTP SERVER para el proyecto ODS del Data Center Central de INEGI

Ingresar

**Componente  
BD SERVER**



Esta pantalla permite capturar los datos del componente DB SERVER para el proyecto ODS del Data Center Central de INEGI

Ingresar

**Componente  
NW LAN**



Esta pantalla muestra capturar los datos del componente NW LAN para el proyecto ODS del Data Center Central de INEGI

Ingresar

**Componente  
NW WAN**



Esta pantalla muestra capturar los datos del componente NW WAN para el proyecto ODS del Data Center Central de INEGI

Ingresar





## Datos Componente HTTP SERVER

Ingresa los datos de disponibilidad histórica, escenarios, variables de decisión, del componente http server para el servicio de misión crítica de INEGI Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Disponibilidad Histórica	Variables	Tablero de Control
 <p>Esta pantalla permite introducir los datos históricos de disponibilidad del componente http server para el proyecto (ODS)</p> <p><a href="#">Ingresar</a></p>	 <p>Esta pantalla permite modificar las variables de decisión y los escenarios del componente http server para el proyecto (ODS)</p> <p><a href="#">Ingresar</a></p>	 <p>Esta pantalla muestra los datos reales obtenidos los datos pronosticados y en serie del componente http server para el proyecto (ODS)</p> <p><a href="#">Ingresar</a></p>



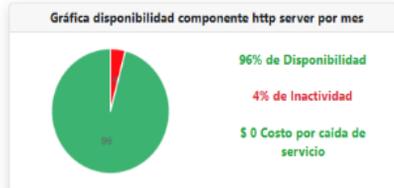
### Datos Históricos Componente HTTP SERVER

Seleccionar Archivo											Browse
Num	Capa	Fecha	Total de horas por mes	Mantenimiento	Tiempo de servicio acordado	Acuerdos de niveles de servicio	Horas de funcionamiento permitido	Unidad de costo para horas de caída	Tiempo de actividad del servicio	Tiempo de caída del servicio	Numero de breaks
1	HTTP	01/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
2	HTTP	02/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
3	HTTP	03/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	19	1	9
4	HTTP	04/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	19	1	9
5	HTTP	05/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
6	HTTP	06/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
7	HTTP	07/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	18	2	9
8	HTTP	08/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
9	HTTP	09/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
10	HTTP	10/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	17	3	9
11	HTTP	11/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	19	1	9
12	HTTP	12/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
13	HTTP	13/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9
14	HTTP	14/01/2020	720	112	608	94%	571.52	100	20	0	9

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost:4200/variableshttp'. The page header includes the INEGI logo and navigation links: 'Inicio', 'Componente HTTP', 'Datos Históricos', 'Variables', and 'Tablero de Control'. The main content area features a green icon with checkmarks and the title 'Variables Escenarios y Decisión Componente HTTP SERVER'. Below the title, there is a section 'Seleccione las Variables de Decisión' with three rows of labels and dropdown menus: 'Entrenamiento de roles' (Nivel Actualizado), 'Sustitución de equipo por obsolescencia' (Equipos Obsoletos), and 'Herramientas de monitoreo proactivas' (Herramientas Mínimas). A second section, 'Seleccione las Variables de Escenarios', has one row: 'Cambio de roles' (Alta Frecuencia Negativa). At the bottom of the form area are two blue buttons: 'Cálculo Normal' and 'Cálculo Predictivo'. The footer contains logos for INEGI, Universidad Autónoma de Aguascalientes, and CONACYT, along with links for 'Mapa del sitio', 'Términos de uso', and 'Accesibilidad'.

Disponibilidad real Componente HTTP SERVER por mes

Datos históricos



**Tiempo medio entre incidentes**

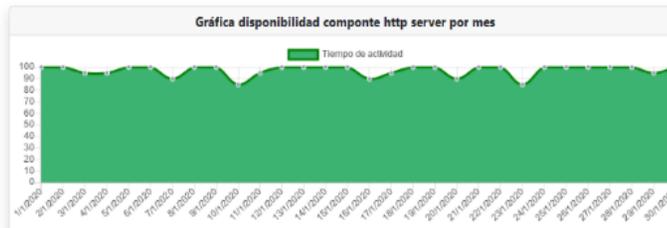
67.556 horas

**Tiempo medio entre fallos**

65.778 horas

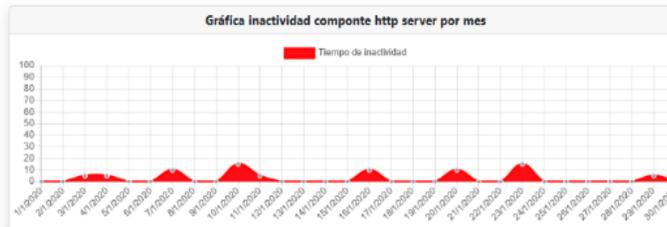
**Tiempo medio entre restauración**

1.778 horas



**Total tiempo actividad**

583 horas

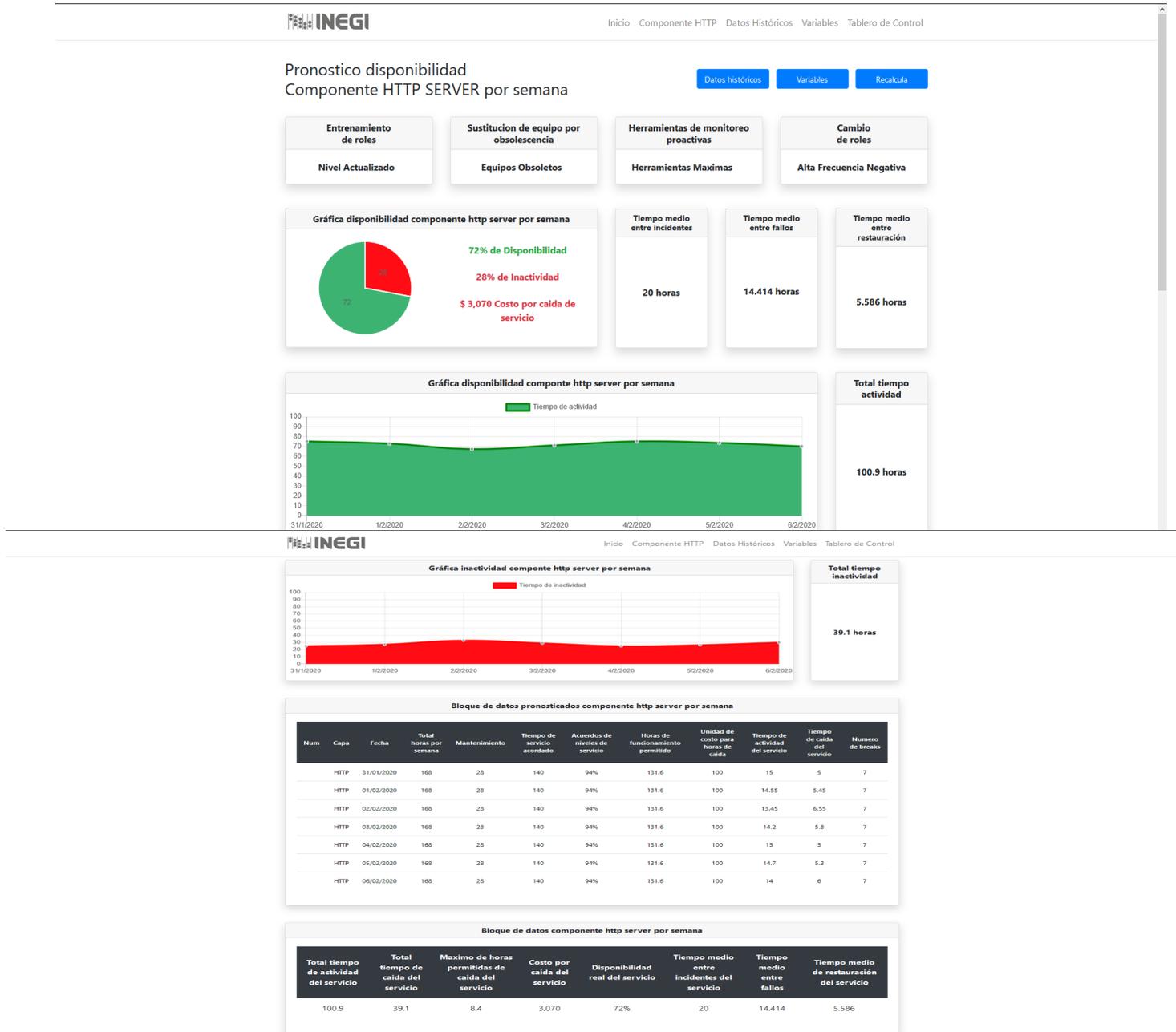


**Total tiempo inactividad**

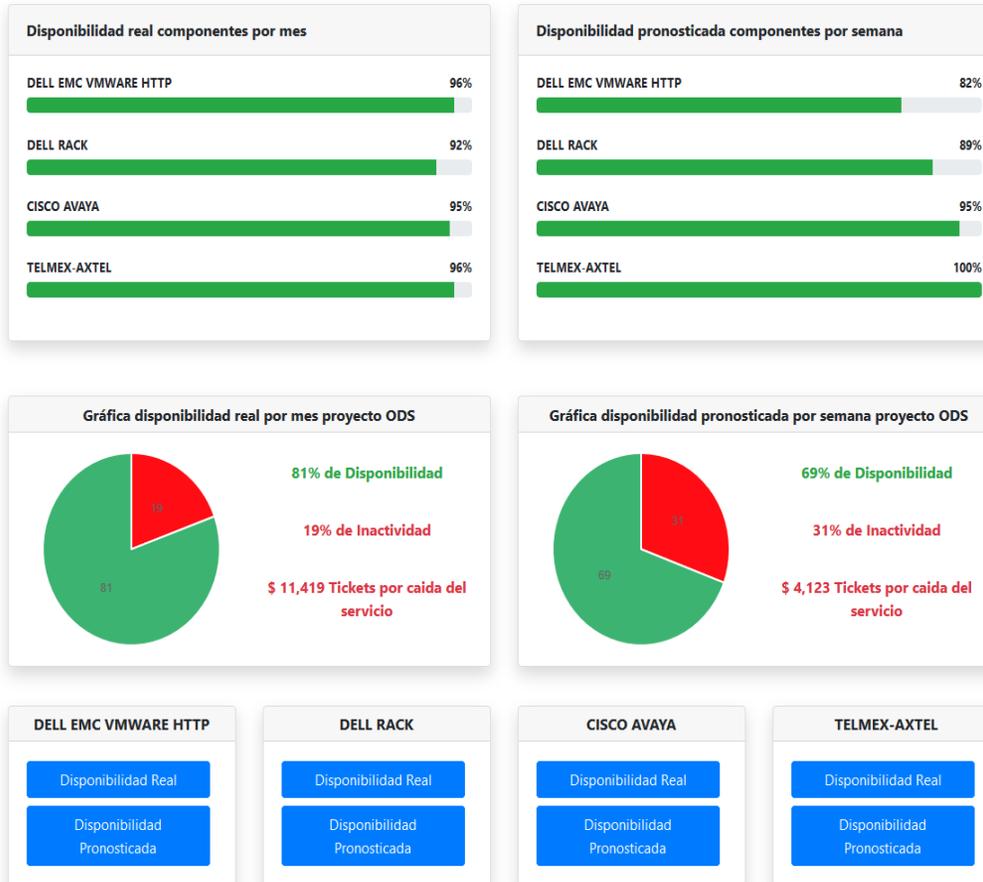
16 horas

**Bloque de Datos componente http server por mes**

Total tiempo de actividad del servicio	Total tiempo de caída del servicio	Maximo de horas permitidas de caída del servicio	Costo por caída del servicio	Disponibilidad real del servicio	Tiempo medio entre incidentes del servicio	Tiempo medio entre fallos	Tiempo medio de restauración del servicio
583	16	36.48	0	96%	67.556	65.778	1.778



### Disponibilidad serie proyecto ODS



## Anexo 6. Manual de Usuario.



### Módulo Pronóstico de Disponibilidad Manual de Usuario

Versión: 1.0

Fecha: 20/02/2020

Módulo Pronóstico de Disponibilidad, su herramienta prototipo de tipo Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (SSTD) para la planeación ágil de niveles de disponibilidad en el servicio de INEGI Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta herramienta permite la medición, pronóstico y la disponibilidad en serie de 4 componentes básicos del servicio (ODS).

### 1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Este manual le permitirá aprender a utilizar todas las funcionalidades básicas del Módulo Pronóstico de Disponibilidad. Si requiere aprender a través de un medio más interactivo, favor de consultar el video que se encuentra dentro de la carpeta Módulo Pronóstico de Disponibilidad, en el que podrá seguir estas instrucciones paso a paso.

### 2 SELECCIÓN DE COMPONENTE

Una vez que se accede al Módulo Pronóstico de Disponibilidad se muestra una pantalla sencilla, donde nos permite ingresar a los diferentes componentes del servicio (ODS). A su vez esta pantalla nos permite acceder a el aparato de Disponibilidad en Serie una vez que capturemos todos los componentes para el servicio (ODS). A continuación, se muestra la pantalla con los diferentes componentes y con la opción de Disponibilidad en Serie:



### 3 SELECCIÓN DE DATOS

Esta pantalla nos permite ingresar los datos de disponibilidad histórica, los escenarios, las variables de decisión y por último el tablero de control, todo esto para el componente que seleccionamos anteriormente. A continuación, se muestra la pantalla con las opciones antes mencionadas:

## 6 TABLERO DE CONTROL

El tablero de control nos permite seleccionar entre dos opciones el cálculo de Disponibilidad Real y el cálculo de Disponibilidad Pronosticada.

La Disponibilidad Real es el cálculo de disponibilidad del componente seleccionado durante el mes, ya que los datos antes capturados fueron de un mes.

La Disponibilidad Pronosticada es el cálculo de disponibilidad a futuro como es que se puede comportar el componente dentro de una semana, ya sea que se tomen en cuenta las variables y los escenarios o solo con el cálculo estadístico.



## 7 CÁLCULO DISPONIBILIDAD REAL

La pantalla de Disponibilidad Real nos muestra diferentes elementos como como la grafica con forma de pie donde se observa la disponibilidad total, la inactividad total y el costo por caída del servicio, para el componente seleccionado.

A su vez la pantalla muestra el Típeo medio entre incidentes de servicio, Tiempo medio entre fallos de servicio, Tiempo medio entre restauración del servicio.

Se muestra también una grafica de disponibilidad más detallada y que esta nos indica el porcentaje de disponibilidad por día del componente, así como nos muestra el total de actividad en horas que tuvo el componente durante el mes.

La siguiente grafica muestra el detalle de la inactividad por día al igual que la grafica de actividad nos muestra los porcentajes por día y el total de inactividad en horas durante el mes de el componente.

Por último, se muestra una tabla con todos los datos antes mencionados, pero en formato de tabla que es más fácil de interpretar por el usuario.



## 8 CÁLCULO DISPONIBILIDAD PRONOSTICADA

En la pantalla de Disponibilidad Pronosticada se observan tres botones (Datos históricos, Variables y Recalcula), el botón de Datos históricos permite acceder a los datos antes capturados por si es necesario modificar estos datos, el botón de Variables nos da acceso a las variables antes seleccionadas para poder modificar las variables y los escenarios, y el botón de Recalcula permite volver a calcular el pronóstico ya que varían los resultados.

Debajo el formulario muestra las variables que se seleccionaron anteriormente, para estar consciente por que se obtiene ese pronóstico.

A su vez se muestra una gráfica con la disponibilidad total, la inactividad total y los costos por la caída del servicio, esto para el pronostico de una semana del componente seleccionado. A un lado se muestra el Tiempo medio entre incidentes del servicio, Tiempo medio entre fallos del servicio y el Tiempo medio entre restauración del servicio.

Se observa también la gráfica de disponibilidad detallada por día para el pronóstico de una semana, a su lado se encuentra el total de tiempo de actividad de esa semana pronosticada del componente seleccionado.

Observamos la grafica de inactividad detallada por día para el pronóstico de una semana, a su lado se encuentra el toral de tiempo de inactividad de la semana pronosticada del componente seleccionado.

Por último, se muestran dos tablas la primera tabla nos muestra los datos de disponibilidad e inactividad desglosado por fecha, así como el Número de Breaks que tuvo el componente la semana de pronóstico. Y la segunda tabla que nos muestra la disponibilidad total del componente, el Tiempo medio entre fallos, Tiempo medio entre incidentes y Tiempo medio de restauración.

### Anexo 7. Video Explicativo.

Como complemento de la tesis para la evaluación del Módulo Pronóstico, se apoyó en un video para demostrar el acceso y la implementación y uso de la herramienta módulo pronóstico de disponibilidad, con el objetivo de proveer una mejor apreciación de la utilidad de esta (proceso y herramienta prototipo). Esto se anexa en la carpeta de esta tesis.

