

Universidad de las Ciencias Informáticas



Plataforma para la planeación y el diseño de un Centro de Datos en la XETID

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor

Cad. Michel Leal Bauta

Tutores:

Ing. Dany Esquijarosa Bonilla

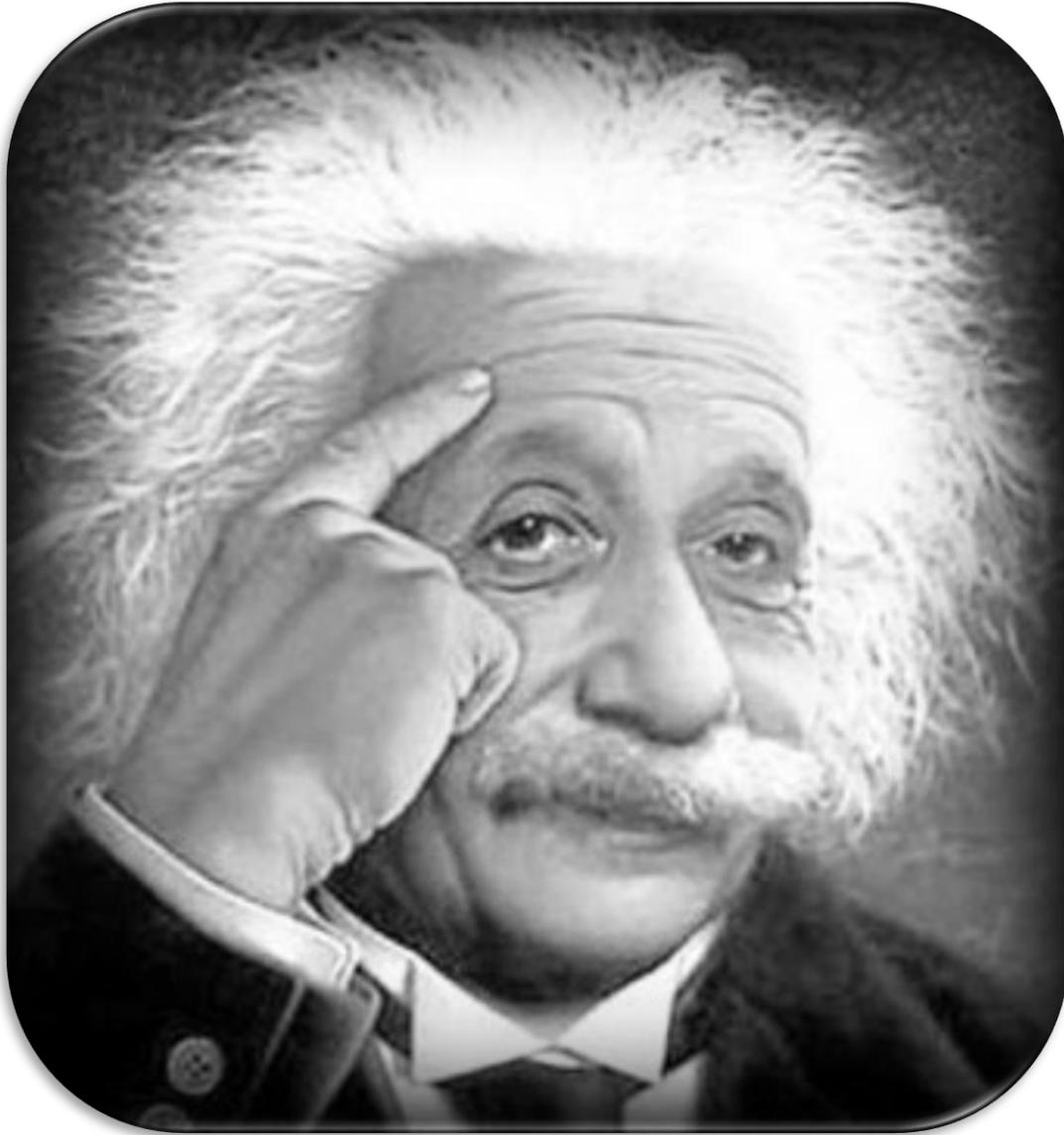
Ing. Yanet Jiménez Escobar

Co-Tutor

Msc. Yariel Ramos Negrín

La Habana, mayo de 2018

“Año 60 de la Revolución”



***“Si buscas resultados distintos no hagas siempre lo mismo.
El genio se hace con un 1% de talento, y un 99% de trabajo.
Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para
penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”***

Albert Einstein

Declaración de autoría:

Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco a la XETID, Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa, los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Firma de Autor
Michel Leal Bauta

Firma de Tutor
Dany Esquijarosa Bonilla

Firma de Tutor
Yanet Jiménez Escobar

Firma de Co-Tutor
Yariel Ramos Negrín

Datos del contacto

Autor: Michel Leal Bauta. Estudiante en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Estudiante de la Facultad 1, ingresando en el curso 2013-2014.

Facultad: Facultad1

Email: mbauta@estudiantes.uci.cu

Tutor: Dany Esquijarosa Bonilla: administrador de red y sistemas con 9 años de experiencia.

Email: dbonilla@xetid.cu

Tutor: Yanet Jiménez Escobar: administrador de red y sistemas con 2 años de experiencia.

Email: yjescobar@xetid.cu

Co-Tutor: Yariel Ramos Negrín: profesor del Departamento de Ingeniería de Software de la facultad 1 con 13 años de experiencia.

Email: yarieln@uci.cu

Agradecimientos

Primero que todo quiero agradecer a dos personas muy especiales para mí, mis padres que a ellos le debo todo lo que soy hoy, gracias a la educación que me han dado y los valores que han inculcado en mí. Gracias a ustedes aprendí a perderle el miedo al fracaso.

A mi hermana por estar para mi ahí siempre que lo necesite que me ayudara con la tesis no importaba que fuera fin de semana, ni que tuviera que levantarse temprano para poder y mucho menos le importaba las horas que se sentaba a mi lado a ayudarme, aunque a veces tengamos nuestros malentendidos, nunca podría darte la espalda, porque me importas más de lo que te puedas imaginar. Solo deseo que estés consciente de que siempre puedes contar conmigo.

A mi novia por aguantar muchas veces mi descarga por el nivel de estrés que tenía con la tesis y por apoyarme en todo.

Gracias al resto de la familia por su apoyo incondicional y confiar en mí, espero que estén orgullosos.

A mis amigos, los viejos y los nuevos sin orden de preferencia, no es necesario decir nombres porque ellos saben quiénes son y además son muchos, gracias por estar ahí en las buenas y en las malas es lo que los hace especiales. Dicen que los amigos son la familia que se escoge y para mí es un privilegio que sean parte de la mía.

Mis más sinceros agradecimientos a mis tutores, Dany y Yanet por todo el tiempo, dedicación y exigencia.

A mi co-tutor también mis más sinceros agradecimientos por ayudarme en todo lo que pudo.

Doy gracias a mis compañeros del grupo, ya sean los que están y los que se han ido pues con nuestros defectos y virtudes hemos compartido momentos maravillosos en la carrera.

A los profesores, que desde que inicié mis estudios han depositado su confianza en mí y me han regalado un granito de su conocimiento.

Dedicatoria

Para las personas más importantes en mi vida:

Mamita eres mi luchadora, y una persona muy especial en mi vida aunque muchas veces no lo demuestro.

Papá eres mi guía, siempre encuentras una solución para cada problema que se me presenta.

Tata eres mi apoyo, siempre estás a mi lado cuando más lo necesito, eres más que una hermana.

Tati eres mi vida, siempre estas para ayudarme cuando más lo necesito.

Lo que soy se lo debo a ustedes y nada me hace más feliz que podérselo agradecer. Soy testigo de sus innumerables sacrificios para darme lo mejor, gracias a ustedes soy una mejor persona todos los días. Los amo mucho a pesar de que no lo diga, ni lo demuestre muy a menudo.

Resumen

El presente trabajo de diploma presenta la propuesta de una plataforma web que realiza la planeación y el diseño de un Centro de Datos para la Empresa de Tecnologías de Información para la Defensa, teniendo en cuenta las normas y estándares establecidos a nivel internacional. Para el desarrollo de la plataforma se realizó un estudio del proceso de planeación y diseño descrito en la guía práctica de Schneider Electric, empresa líder en la modelación del ciclo de vida de los Centros de Datos. Además, se realizó un análisis de las herramientas y tecnologías adecuadas para su construcción, que será guiado por el Proceso de Desarrollo de Software (Prodesoft). Para comprobar su calidad se realizaron pruebas funcionales, de seguridad y rendimiento, mediante el método de caja negra y las aplicaciones Acunetix y JMeter.

Palabras claves: *Centro de Datos, diseño, normas, planeación, Tier.*

Índice de contenidos

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación teórica del ciclo de vida de un CD.....	5
1.1 Conceptos fundamentales.....	5
1.1.1 Centros de Datos	5
1.1.2 Planeación.....	5
1.1.3 Diseño.....	5
1.2 Subsistemas del CD.....	5
1.2.1 Lógicos	6
1.2.2 Físicos	9
1.3 Tipos de Centros de Datos	14
1.4 Clasificaciones de los Centros de Datos.....	15
1.5 Ciclo de vida de CD.....	19
1.6 Sistemas similares.....	24
1.7 Análisis del soporte tecnológico para el desarrollo del software.....	25
1.7.1 Proceso de Desarrollo	25
1.7.2 Lenguaje de Modelado.....	26
1.7.3 Herramienta de Modelado	26
1.7.4 Lenguajes del lado del cliente.....	27
1.7.5 Lenguajes del lado del servidor.....	27
1.7.6 Sistema Gestor de Bases de Datos	28
1.7.7 Manipulador de Bases de Datos	28
1.7.8 IDE de Desarrollo	29
1.7.9 Servidor Web.....	29
1.7.10 Gestor de Procesos Empresariales	29

1.7.11	Gestor de Contenidos.....	30
1.7.12	Herramientas para realizar pruebas.....	30
1.7.13	Navegador Web.....	31
1.8	Conclusiones parciales	31
Capítulo 2: Análisis y diseño de la plataforma para la planeación y diseño de un CD.....		32
2.1	Propuesta de solución.....	32
2.2	Descripción de la propuesta de solución.....	32
2.3	Técnicas empleadas para la captura de requisitos	35
2.3.1	Requisitos funcionales.....	35
2.3.2	Especificaciones de requisitos funcionales	36
2.3.3	Requisitos no funcionales.....	38
2.3.4	Validación de los requisitos.....	39
2.4	Arquitectura de la plataforma.....	39
2.5	Patrones de diseño para el modelado de workflow.....	41
2.6	Modelo de Datos.....	42
2.7	Conclusiones parciales	43
Capítulo 3: Desarrollo y evaluación de la plataforma para la planeación y diseño de un CD		44
.....		44
3.1	Diagrama de Despliegue.....	44
3.2	Estándares de codificación	45
3.3	Evaluación de la propuesta de solución.....	47
3.3.2	Pruebas de caja negra	47
3.3.3	Prueba de Rendimiento: carga y estrés	52
3.3.4	Prueba de Seguridad	54
3.3.5	Evaluación de la Idea a Defender.....	56
3.4	Conclusiones parciales	62

Conclusiones Generales	63
Recomendaciones	64
Referencias.....	65

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción del proceso de negocio de planeación y diseño.	33
Tabla 2 Requisitos funcionales	36
Tabla 3 Descripción del requisito funcional Establecer parámetros claves.	37
Tabla 4 Requisitos no funcionales.	39
Tabla 5 Variables empleadas en el requisito Autenticar usuario.	48
Tabla 6 Tabla 4. Descripción de prueba para el requisito Autenticar usuario.....	48
Tabla 7 Descripción de variables del RF Realizar Solicitud	49
Tabla 8 Juego de datos a probar RF Realizar Solicitud	50
Tabla 9 Resultados de las pruebas de rendimiento	53
Tabla 10 Resultado de las pruebas de seguridad empleando Acunetix.....	55
Tabla 11 Escalas de puntuación.....	58
Tabla 12 Patrón para el cálculo de Coeficiente de argumentación o fundamentación	58
Tabla 13 Información sobre los expertos encuestados	59
Tabla 14 Rango de los valores para el cálculo del coeficiente de Kendall	60
Tabla 15 Concordancia de los expertos	61
Tabla 16 RF_1: Autenticar Usuario.....	71
Tabla 17 RF_2: Seleccionar tipo de persona.	72
Tabla 18 RF_3: Crear solicitud (Persona Natural)	73
Tabla 19 RF_3: Crear solicitud (Persona Jurídica)	73
Tabla 20 RF_4: Aprobar solicitud (Persona natural)	74
Tabla 21 RF_4: Aprobar solicitud (Persona jurídica)	75
Tabla 22 RF_5: Notificar rechazo de solicitud.....	75
Tabla 23 RF_6: Archivar solicitud.	76
Tabla 24 RF_7: Realizar cuestionario por el cliente.....	76
Tabla 25 RF_8: Revisar cuestionario por el gerente.	77
Tabla 26 RF_9: Enviar notificación de rechazo de servicio.....	78
Tabla 27 RF_10: Archivar cuestionario.....	78

Tabla 28 RF_11: Enviar a los especialistas, la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves.	79
Tabla 29 RF_12: Determinar requisitos de implantación.	79
Tabla 30 RF_13: Subir imagen del diseño.	80
Tabla 31 RF_14: Enviar diseño conceptual y diseño detallado o básico para su aprobación.	81
Tabla 32 RF_15: Crear proyecto técnico.	81
Tabla 33 RF_16: Enviar proyecto técnico al cliente para su aceptación.	82
Tabla 34 RF_17: Archivar proyecto técnico.	82

Índice de Figuras

Figura 1 Cuatro tareas de la secuencia de planeación.	22
Figura 2 Ciclo de Vida de un Centro de Datos.	24
Figura 3 Descripción de la propuesta de solución.	34
Figura 4 Establecer parámetros o proyectos claves.	37
Figura 5 Arquitectura del Sistema.	40
Figura 6 Diagrama de Despliegue.	44
Figura 7 Ejemplo de indentación utilizada.	45
Figura 8 Ejemplo de uso de operadores.	45
Figura 9 Ejemplo de uso de estructura de control.	46
Figura 10 Ejemplo de declaración de una array.	46
Figura 11 Ejemplo de longitud de líneas con menos de 80 caracteres.	46
Figura 12 Ejemplo de llamada a una función.	47
Figura 13 Resultado de las pruebas funcionales.	51
Figura 14 Arquitectura en capas.	69
Figura 15 Arquitectura colapsada.	70
Figura 16 Switch Fabric.	70
Figura 17 Concepto básico de la refrigeración por sala, por hilera y por racks.	70
Figura 18 Patrón Secuencia.	83
Figura 19 Patrón Separación.	83
Figura 20 Patrón Sincronización.	83
Figura 21 Patrón Opción Exclusiva.	84
Figura 22 Patrón Ciclos Arbitrarios.	84

Introducción

La acelerada evolución tecnológica en las últimas décadas ha variado el modo de vida de las personas, influyendo en la forma de desarrollar la actividad laboral. Toda persona, empresa u organización genera gran volumen de datos que debe almacenarse para que estén disponibles en el tiempo, el manejo de la información se ha convertido en un factor esencial para el desarrollo y crecimiento de las mismas.

Los Centros de Datos (CD) constituyen el núcleo tecnológico de toda infraestructura de las Tecnologías de la Información (TI), resultando uno de los activos más importantes de las organizaciones. Son esenciales para el tráfico, procesamiento y almacenamiento de la información, por lo que deben ser extremadamente confiables, escalables, fáciles de administrar y supervisar.

Según la norma ANSI¹/BISCI² - 002 de 2014 un CD es un edificio (o una sección del mismo) cuya función principal es albergar una sala de computadoras y sus áreas de soporte (1).

Los CD deben garantizar la continuidad y disponibilidad de los servicios que ofrecen, pues en caso de ocurrir alguna interrupción el tiempo de afectación debe ser el mínimo posible. Muchas organizaciones reconocen que la planeación, el diseño y la construcción de un CD están superando sus capacidades internas por lo que están confiando la implementación de los mismos a empresas especializadas aplicando así las estrategias de subcontratación o externalización.

Los CD son catalogados por su grado de disponibilidad en *Tier I, II, III, IV*; clasificación ideada por la *Uptime Institute* que se plasmó en el año 2005 en el estándar ANSI/TIA³ 942 (2).

El estándar *Tier V* se ha presentado recientemente por la compañía *Switch* con la colaboración de algunos autores originales de *Uptime Institute* como una forma de evolución y redefinición de los estándares a través de DCSF⁴ (3).

Los avances de las tecnologías han cambiado y evolucionado los CD basando su ciclo de vida en cinco etapas: planeación, diseño, construcción, operación y evaluación. La fase de planeación constituye un desafío, los errores realizados durante esta etapa se propagan a través del resto de las fases, resultando en demoras, excesos, tiempo perdido y costos elevados.

¹ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.

² Asociación global que impulsa la comunidad de tecnologías de la información y la comunicación.

³ Asociación de la Industria de Telecomunicaciones.

⁴ Datacenter Standards Foundation en español Fundación de Estándares para Centro de Datos.

Con la informatización de la sociedad, en Cuba las instituciones necesitan tener una mayor alineación de las tecnologías con sus procesos de negocios para lo cual un CD es fundamental. En tal sentido las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR) han desplegado un intenso programa de trabajo con un amplio impacto en la construcción de productos y herramientas informáticas, en la cual la Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa (XETID) ha jugado un papel importante. El Departamento Centro de Datos, perteneciente a la División de Servicios Informáticos Integrales atendiendo a las necesidades de las distintas entidades brinda servicios para creación de CD. En este momento dicho servicio no está orientado a la web, ni automatizado, lo que puede incurrir que dado el volumen de clientes que solicitan el servicio y la cantidad limitada de trabajadores del departamento no se puedan atender todas las solicitudes. Se requiere de una entrevista y un diagnóstico presencial con los clientes, provocando gastos de combustibles innecesarios por cada uno de los viajes que se realizan. No hay una forma estandarizada u homogénea de realizar el servicio, lo que provoca que exista redundancia, duplicación, pérdida de la información y demoras en el procesamiento.

Por lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo estandarizar el servicio que ofrece la XETID a sus clientes para la planeación y el diseño de un CD?

Objeto de estudio: la planeación y diseño de un CD.

Campo de acción: la automatización del proceso de planeación y diseño de un CD.

Para da solución al problema de investigación descrito se plantea como **objetivo general**: desarrollar una plataforma para la planeación y el diseño de un CD que estandarice el servicio que ofrece la XETID a sus clientes, el cual se desglosa en los siguientes **objetivos específicos**:

- ✓ Fundamentar teóricamente los procesos de planeación y diseño de un CD.
- ✓ Elaborar el análisis y diseño de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD.
- ✓ Implementar y evaluar la plataforma para la planeación y el diseño de un CD.

Se define como **idea a defender**: el desarrollo de una plataforma para la planeación y el diseño de un CD, permitirá estandarizar el servicio que ofrece la XETID a sus clientes.

Como **posible resultado** se obtendrá una plataforma web, para la planeación y el diseño de un CD, que permita seleccionar las normas a utilizar y que estandarice el servicio que ofrece la XETID a sus clientes. La plataforma debe modelar el flujo de trabajo para los subsistemas lógicos y físicos que contemplan un CD.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos se planifican las siguientes **tareas de investigación**:

- Realización de un estudio sobre la planeación y el diseño de un CD.
- Identificar los elementos fundamentales a tener en cuenta para realizar la planeación y el diseño de un CD.
- Selección de las tecnologías, herramientas y estándares que se necesitan para implementar la plataforma para la planeación y el diseño de un CD.
- Definición de los requisitos funcionales y no funcionales de la propuesta de solución.
- Análisis y diseño de los requerimientos de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD.
- Implementación de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD.
- Evaluación técnica de la plataforma mediante el Método de Expertos, pruebas funcionales, de seguridad y de rendimiento.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron como **métodos teóricos** el Histórico - Lógico, el Analítico – Sintético, Inductivo – Deductivo y Análisis Documental, y como **métodos empíricos** la Entrevista.

Analítico-Sintético: se utilizó para estudiar los documentos, libros, artículos existentes sobre las tecnologías a utilizar y así poder obtener de esta los conocimientos necesarios para el desarrollo de la plataforma.

Inductivo-Deductivo: se hace uso del mismo en el estudio de la fase de planeación y diseño de un CD, así como en las principales normas y estándares utilizados para su creación.

Análisis Documental: se emplea en la consulta de bibliografía especializada en los tópicos afines de la investigación.

Entrevista: en este caso se realizó una entrevista cerrada a los especialistas del CD de XETID, lo que permitió conocer y entender cómo se realiza el proceso de creación y las mejoras que podrían ser incluidas para garantizar calidad y rapidez en el servicio brindado. Ver **Anexo 1**.

El presente trabajo de diploma está estructurado en tres capítulos, además de Introducción, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Referencias bibliográficas y Anexos. A continuación, se presenta la estructura capitular de la investigación:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica del Ciclo de Vida de un CD

Se muestra el estudio bibliográfico sobre los principales conceptos asociados a un CD, los tipos de CD, su evolución, clasificación, las áreas que lo integran, los estándares más utilizados, las fases de su ciclo de vida

profundizando en la etapa de planeación y diseño, así como las herramientas que se utilizarán para la creación de la plataforma.

Capítulo 2: Análisis y diseño de la plataforma para la planeación y diseño de un CD

En este capítulo se explica cómo se va a desarrollar el flujo de proceso escogido, y se describe la propuesta de solución para resolver el problema planteado. Por otra parte, se especifican los requisitos funcionales y no funcionales, y los elementos fundamentales del diseño y de la arquitectura

Capítulo 3: Desarrollo y evaluación de la plataforma para la planeación y diseño de un CD

En este capítulo se describe el proceso de implementación de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD. Además, se incluye la programación realizada a partir de los requisitos, así como las pruebas realizadas para su evaluación y se establecen los estándares de codificación que se tuvieron en cuenta para el desarrollo.

Completan este trabajo un conjunto de conclusiones, recomendaciones y las fuentes bibliográficas, así como los anexos que aportan información valiosa sobre la investigación.

Capítulo 1: Fundamentación teórica del ciclo de vida de un CD

En el presente capítulo se definen los elementos conceptuales sobre los CD, las clasificaciones teniendo en cuenta el grado de disponibilidad, la seguridad que presentan, la alimentación eléctrica o los tipos según diferentes criterios ya sean la forma en que se despliegan o la propiedad y los servicios que ofrecen, subsistemas que lo componen, así como su ciclo de vida. Se examina el proceso de planeación y diseño realizado por Schneider Electric, compañía de prestigio internacional en el área. Se identifican los principales estándares establecidos para el proceso de creación de un CD.

1.1 Conceptos fundamentales

1.1.1 Centros de Datos

Según *Complethost Soluciones Internet* se denomina CD a aquella ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización. También se conoce como Centro de Cómputo en Latinoamérica, o Centro de Cálculo en España. Dichos recursos consisten esencialmente en unas dependencias debidamente acondicionadas, computadoras y redes de comunicaciones (4).

El concepto de CD que se defiende en la presente investigación, es precisamente el presentado por la norma internacional ANSI/BISCI - 002 de 2014.

1.1.2 Planeación

La planeación puede ser considerada como una función administrativa que permite la fijación de objetivos, políticas, procedimientos y programas para ejercer la acción planeada (5).

Según Agustín Reyes Ponce la planeación consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y la determinación de tiempo y números necesarios para su realización (6).

El concepto de planeación que se defiende en la presente investigación, es precisamente el presentado por Agustín Reyes Ponce.

1.1.3 Diseño

Según la Dra. Eugenia Sánchez Ramos el diseño es un proceso o labor metodológico destinado a proyectar, coordinar, seleccionar y organizar un conjunto de elementos teóricos como la lingüística, semiótica, retórica, la sintaxis visual; y prácticos como la aplicación de técnicas y materiales para producir objetos visuales y/o auditivos destinados a emitir mensajes específicos a grupos determinados (7).

1.2 Subsistemas del CD

Según Schneider Electric un CD se divide en dos subsistemas principales lógicos y físicos. El subsistema lógico lo componen: procesamiento, red, almacenamiento, aplicaciones y seguridad. Mientras, que el subsistema físico está formado por: cableado estructurado, climatización, seguridad e incendio, energía o potencia y arquitectura.

1.2.1 Lógicos

Red:

Los grandes CD pueden ser extremadamente complicados, porque hacen uso de múltiples protocolos de red, actualmente, los protocolos dominantes son (12):

- ✓ *Ethernet* para *Local Area Network* (LAN).
- ✓ *Fibre Channel* (FC) para *Storage Area Network* (SAN).
- ✓ Estándar *Fibre Channel over Ethernet* (FCoE).
- ✓ *Infiniband* (IB).

Arquitecturas de redes de un CD (9):

Cuando se construye de manera jerárquica, algunos aspectos más complejos en un CD son minimizados. El modelo jerárquico utilizado en redes, está compuesto de tres capas (núcleo, distribución y acceso) tiene su equivalencia en el CD:

- ✓ Núcleo: responsable por transportar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y rápida. Cualquier falla afecta a todos los usuarios de la red.
- ✓ Agregación (distribución): determina el camino más rápido para atender una solicitud de un servicio específico de la red y entrega la ruta para la capa de núcleo.
- ✓ Acceso: controla el acceso de los recursos del CD (servidores y dispositivos de almacenamiento).

Las arquitecturas de red más utilizadas en los CD son:

- ✓ Arquitectura en capas: utilizada por 90% de los CD de pequeño y medio porte permitiendo un mejor desempeño, flexibilidad, escalabilidad, resistencia y gestión. **(Ver anexo 2)**
- ✓ Arquitectura colapsada: utilizadas por la mayoría de los medios y grandes CD. **(Ver anexo 3)**
- ✓ *Switch Fabrics*: utilizadas para aumentar el rendimiento de los CD con redes de alta velocidad y gran disponibilidad. **(Ver anexo 4)**

Las principales topologías de conexión aplicadas en los CD actuales independientemente del tamaño son (9):

- ✓ Centralizada Cross-Connect
- ✓ EoR (End of Row)
- ✓ MoR (Middle-of-Row)
- ✓ ToR (Top-of-Rack)

Almacenamiento:

Con el vertiginoso crecimiento diario de los datos que se manejan en las empresas, convierte al almacenamiento en un elemento fundamental para proteger, respaldar y mantener disponible los datos y para hacer más eficiente la infraestructura TI. Las empresas deben adoptar soluciones de almacenamiento que ofrezcan: robustez, agilidad, alto rendimiento en condiciones extremas, flexibilidad en su escalado, versatilidad en su gestión, fiabilidad, alta disponibilidad, consolidación y compartición de datos en distintas plataformas, soporte y seguridad (14).

Los CD de las mismas requieren de un sistema que no solo aloje la información, sino que además deben cumplir requisitos que abarquen al menos, las necesidades siguientes: reducir el riesgo, sacar más valor de la información y una prestación fluida de servicios de TI (14).

Entre los tipos de almacenamiento que más se usan en los CD de las empresas se encuentran los siguientes (14):

- ✓ Almacenamiento de Conexión Directa (DAS)
- ✓ Almacenamiento Conectado en Red (NAS)
- ✓ Red de Área de Almacenamiento (SAN)
- ✓ IP SAN
- ✓ Híbrido NAS – SAN
- ✓ *Cloud Storage*

Procesamiento:

Actualmente la administración y control de la infraestructura técnica se gestionan en un CD aplicando nuevas tecnologías tal es el caso de la virtualización. El *software* de virtualización planifica la ejecución de las máquinas virtuales y gestiona el acceso compartido a los recursos del hardware real y disponible (11).

Se usa mucho para desacoplar el hardware del software haciendo posible replicar el entorno del usuario sin tener que instalar y configurar todo el software que requiere cada aplicación, permitiendo el uso compartido de servidores entre distintas aplicaciones (16).

La virtualización permite, entre otras cosas:

- ✓ Alojarse varios servidores en una única computadora física. Esto permite optimizar el uso de recursos (CPU, memoria, almacenamiento).
- ✓ Simplificar la realización de copias de respaldo (*backup*) y el restablecimiento. Todo un servidor virtual puede ser un único archivo.
- ✓ Migrar fácilmente servidores entre distintas computadoras.
- ✓ Incrementar la seguridad, utilizando servidores aislados para tareas diferentes.

La virtualización permite utilizar servidores virtuales para cada servicio que se desee implementar en la red, independientemente del hardware disponible (11).

Existen varios tipos de virtualización tales como (17):

- ✓ Virtualización de Plataforma
- ✓ Virtualización de Escritorios
- ✓ Virtualización de Recursos
- ✓ Virtualización de Aplicaciones

Aplicaciones:

Las aplicaciones utilizadas en un CD dependen en gran medida de las condiciones que existen en la empresa con respecto a la TI.

✓ CD básico:

Se refiere a los CD que existen en las empresas que no tienen acceso a la intranet o la internet, solamente ofrecen servicios de forma local a los usuarios. Las aplicaciones que deben poseer deben encontrarse en correspondencia con los siguientes servicios: correo local, un chat interno, sitios *web*, intranet, FTP⁵, DHCP⁶, servidor de dominio, servidores de almacenamiento, etc.

✓ CD mediano:

Está relacionado con las empresas que tienen conexión nacional pero no acceso a la *Internet* los servicios que brindan son de dominio nacional para los usuarios. Deben contar con aplicaciones que permitan brindar los siguientes servicios: correo local, correo nacional, un chat, sitios *web* (pueden ser internos o en la intranet nacional), un FTP, un servidor de dominio, *proxy*, DHCP, servidores de almacenamiento, entre otras.

✓ CD estándar:

Es utilizado en empresas que tienen acceso a la *Internet*, los servicios que brindan son de dominio nacional e internacional para los usuarios. Debe contar con aplicaciones que permitan brindar los servicios que gestiona un CD mediano, además otras como: correo internacional, servidores de cara a internet, entre otros.

✓ CD avanzado:

Es utilizado por grandes compañías que procesan volúmenes de información y su principal objetivo es brindar servicios a los usuarios, tal es el caso de Facebook, Google, Apple, entre otras. Las aplicaciones que utilizan permiten brindar los mismos servicios que los CD estándares, además brindar servicios avanzados como la computación en la nube, entre otras.

Seguridad por Niveles:

La mejor forma de avanzar con bases sólidas hacia temas de seguridad informática, es con un detallado conocimiento de la arquitectura de capas. Suele ser muy positivo a la hora de plantearse una estrategia de

⁵File Transfer Protocol en español Protocolo de Transferencia de Archivos

⁶Daynamic Host Configuration Protocol en español Protocolo de Configuración Dinámica de Anfitrión.

seguridad, organizarse por niveles, y considerar primero qué se debe hacer a nivel físico, luego a nivel enlace, red, transporte y así recién llegar a la seguridad al nivel de aplicación, abarcando así todas las capas. Cada uno de estos niveles tiene sus medidas, conceptos y herramientas de defensa particulares (18).

1.2.2 Físicos

Cableado Estructurado:

Sistema de cables, conectores, canalizaciones y dispositivos que permiten establecer una infraestructura de telecomunicaciones en un edificio o una serie de edificios permitiendo la integración de diferentes servicios de voz, datos o video (19). Según la norma ANSI/TIA/EIA⁷ 568-B los elementos principales del sistema de cableado estructural son:

- ✓ Cuarto de equipos
- ✓ Cuarto de telecomunicaciones
- ✓ Cuarto de entrada de servicio
- ✓ Subsistema de administración
- ✓ Cableado horizontal
- ✓ Cableado vertical, troncal o *backbone*
- ✓ Área de trabajo

Para la instalación del cableado estructurado se deben tener en cuenta varias normas y estándares internacionales como son:

- ✓ ANSI/TIA/EIA-568-B Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ✓ TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales.
- ✓ TIA/EIA 568-B2 Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado.
- ✓ TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica.
- ✓ ANSI/TIA/EIA-569-A Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ✓ ANSI/TIA/EIA-570-A Normas de Infraestructura Residencial de Telecomunicaciones.
- ✓ ANSI/TIA/EIA-606-A Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ✓ ANSI/TIA/EIA-607 Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a Tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ✓ ANSI/TIA/EIA-758 Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones.

Seguridad e Incendio:

La seguridad física de un CD se refiere a los controles y mecanismos de seguridad dentro y alrededor, así como los medios de acceso al mismo; implementados para proteger el *hardware* y medios de almacenamiento de datos (16). Este tipo de seguridad incluye vídeo vigilancia, a través de cámaras, sistemas de control de acceso y seguridad perimetral. La seguridad física para CD se segmenta en cuatro niveles en base a las capas de seguridad:

- ✓ Seguridad del perímetro
- ✓ Seguridad de las instalaciones
- ✓ Seguridad de la sala de ordenadores
- ✓ Seguridad a nivel de racks

La seguridad física también incluye temperatura de la sala de equipos de cómputo, protección contra incendios y ubicación del CD. Para cumplir con todas las medidas de seguridad que rigen un CD seguro existen normas y estándares internacionales tales como: ICREA-std-131-2015, ISO-IEC 18 000, ASHRAE, NFPA 75, EN 1047-2, CTE, entre otras.

Climatización:

Como los CD pueden estar formados por miles de dispositivos informáticos, en consecuencia, pueden tener miles de vías de circulación de aire caliente que, al sumarse, representan el total de calor residual producido en el CD, y este calor residual debe extraerse. Los sistemas de climatización tienen como misión fundamental captar satisfactoriamente este complejo flujo de calor residual y extraerlo de la sala (20).

Los sistemas de refrigeración pueden ser diseñados para el ámbito de la sala, de la hilera o del *rack*. La principal diferencia entre la refrigeración basada en lo mencionado anteriormente radica en la ejecución (20). El anexo N° 5 muestra las tres configuraciones básicas del rack y su típica disposición en el piso. Los cuadrados negros representan los racks dispuestos en hileras y las flechas azules, la asociación lógica de las unidades de manejo de aire de las salas de computadoras (CRAH) con respecto a las cargas en los racks de TI. La disposición física de las unidades CRAH puede variar y son asociadas en dependencia del ámbito al que se refiera ya sea sala, hilera o racks (20). **(Ver anexo 5)**

Para la instalación de un sistema de climatización en un CD se debe tener en cuenta el estándar EIA/TIA 942 /ASHRAE.

Arquitectura:

La arquitectura de un CD incluye la selección de la ubicación del mismo, tipo de construcción, protección no inflamable (ignífuga), requerimientos NFPA 75⁸, barrera de vapor, techos y pisos, áreas de oficina, sala de sistemas UPS y baterías, sala de generador, control de acceso, iluminación, sistema CCTV y NOC⁹ (16).

✓ **Ubicación:**

Se debe tener en cuenta factores geográficos, climatológicos y económicos. También hay que evaluar la zona donde se va a construir para prevenir riesgos de inundaciones, movimientos sísmicos, deslizamiento de rocas, que no tenga mucha pendiente y que no esté cerca de una arteria principal de transporte como carreteras, aeropuertos, *red* ferroviaria o puerto de carga (16).

✓ **Tipo de construcción:**

El inmueble del CD es muy costoso, por lo tanto, los diseñadores deben asegurarse de que haya suficiente espacio y que se use prudentemente (8).

Según la norma ANSI TIA 942, un CD debe tener las siguientes áreas funcionales clave (8):

- Uno o más cuartos de entrada: alberga el equipo de los operadores de telefonía y el punto de demarcación.
- Un área de distribución principal (MDA, por sus siglas en inglés: *Main Distribution Area*): alberga el punto de conexión cruzada central para el sistema de cableado estructurado del centro de datos.
- Una o más áreas de distribución horizontal (HDA, por sus siglas en inglés: *Horizontal Distribution Area*): es la ubicación de las interconexiones horizontales, el punto de distribución para el cableado hacia las áreas de distribución de los equipos.
- Un área de distribución de zona (ZDA, por sus siglas en inglés: *Zone Distribution Area*) Es el área de cableado estructurado para los equipos que van en el suelo y no pueden aceptar paneles de parcheo. Como ejemplo, se puede citar a las computadoras centrales y los servidores.
- Un área de distribución de equipos: Es la ubicación de los gabinetes y racks de equipos. La norma específica que los gabinetes y *racks* se deben colocar en una configuración "*hot aisle/cold aisle*" ("pasillo caliente/pasillo frío") para que disipen de manera eficaz el calor de los equipos electrónicos.

✓ **Requerimientos NFPA 75:**

El fuego es la causa menos que nada previsible de interrupciones de CD, así como también la causa que plantea el máximo peligro potencial para la salud y la seguridad de los trabajadores. Por tal motivo los CD requieren que se instalen y mantengan sistemas de protección de fuegos y de supresión permitiendo reducir estos riesgos. (21) La norma NFPA 75 trata los requisitos para la protección de los equipos y las áreas de

⁸ Estándar de cumplimiento de normativas sobre la seguridad eléctrica.

⁹Centro de Operaciones de Red

equipos de tecnología de la información de los daños ocasionados por el fuego y sus efectos asociados (humo, corrosión, calor y agua) (22).

Además, dicha norma requiere el desarrollo de un plan de fuego de emergencia, un plan de control de daños y unos procedimientos de recuperación que prevea operaciones continuadas (21).

✓ **Barrera de vapor:**

Barrera de vapor es una de las tantas estrategias que existen en los entornos de CD para controlar la humedad. Consiste en un revestimiento plástico o metálico de las paredes, techo y pisos que mantiene la humedad en su sitio, por lo general es utilizado una hoja de papel de aluminio o plástico, tales como aluminio o polietileno, que tiene una permeabilidad grado 1 o inferior (mientras más bajo el número, más resistente es al paso de la humedad a través de paredes, techos y pisos). La barrera de vapor debe ser continua y sus costuras deben encontrarse selladas para ser eficaz (23).

✓ **Sala de sistemas UPS y baterías:**

UPS es un componente crítico de alta disponibilidad, en caso de que la energía de la red eléctrica falle debe suministrar energía al 100 % del *hardware* por el tiempo necesario hasta que se encienda algún generador de respaldo. La utilización de UPS acondicionará la alimentación de entrada, elimina los picos, las subidas y bajadas de tensión, el ruido y los armónicos. Tienen como objetivo principal proteger los servidores. Puede situarse de forma centralizada o junto a cada fila de bastidores de servidores. Desempeñan un papel fundamental para asegurar la fiabilidad de la TI y en consecuencia la disponibilidad de los datos (24).

✓ **Sala de generador:**

Generador: también conocidos como fuentes ininterrumpidas de corriente, permite extender la autonomía de las baterías en caso de un corte de suministro prolongado, proporcionando una continuidad en el suministro eléctrico y una mayor disponibilidad del CD (22).

La utilización de generadores de reserva garantiza el funcionamiento de los CD durante las 24 horas del día sin corrupción o pérdida de datos. El combustible utilizado puede ser gasóleo, gas natural, petróleo líquido y gasolina y su elección depende de diversas variables, entre ellas el almacenamiento, los costos y la accesibilidad. Además es de vital importancia en el caso de que sea necesario utilizar generadores en CD donde serán ubicados, y donde estarán ubicados los tanques de combustible (25).

✓ **Control de acceso:**

Tan importante como los controles de seguridad físicos para proteger la sala lo son las reglas y normas que regulan la entrada. Ni siquiera el mejor sistema físico de seguridad puede proteger algo cuando alguien tiene la llave. Deben establecerse políticas de acceso al CD que definan quién está autorizado a entrar y bajo qué circunstancias. La mayoría de las políticas de acceso se crean en base a los trabajos que van a realizarse en el CD. Otras políticas más sofisticadas distinguen entre dos tipos de accesos: a largo plazo y a corto plazo (22). Además se pueden colocar algunos sistemas de controles tales como: un teclado para el ingreso de un

pin, un dispositivo biométrico, una tarjeta con sensor de proximidad o la combinación de algunas de estas formas, entre otros (11).

✓ **Sistema CCTV:**

Este sistema de cámaras es el encargado del registro de todo lo que ocurre en el CD, de quién entra o sale, además de una estrecha vigilancia de la sala de servidores. Las cámaras pueden ubicarse fuera de las entradas al CD y, para lograr mayor seguridad, en puntos claves de las salas de mayor importancia. Las cámaras son típicamente monitorizadas por personal de seguridad y pueden limitarse a reproducir las imágenes en directo o grabarlas para su archivo y su posterior visualización (22).

✓ **Centro de Operaciones de Red (NOC):**

La mayoría de los CD tienen un NOC que le permite realizar la administración general y el monitoreo en tiempo real de todos los sistemas. También se le conoce como Centro de monitoreo (26).

Además de proveer asistencia y administración de red, muchos NOC también proveen recursos centralizados, como servidores y almacenamiento de datos. Los servidores del NOC están normalmente agrupados juntos con el fin de formar una granja de servidores. Esto suele considerarse como un recurso único. Sin embargo, proporciona dos funciones: Copia de seguridad y balanceo de cargas. Si un servidor falla o se sobrecarga, otra toma el lugar del que fallo. Otro aspecto importante del NOC es el almacenamiento de datos de alta velocidad y de alta capacidad. El NOC representa el sistema nervioso central del CD (26).

✓ **Techo falso:**

La colocación del mismo se realiza para mantener la estética del local y para realizar la distribución del cableado eléctrico, pues los cables eléctricos y conexiones de las luminarias no deben estar a la vista del personal. También debe ser anti flama para la protección de lo que se encuentra en su interior, contiene bandejas ventiladas en múltiples capas para la instalación del cableado y se recomienda que su profundidad no sea inferior a los 150mm (26).

✓ **Piso falso:**

El piso falso es un sistema de reja elevado que se instala en los CD, los sistemas de aire, cableado y eléctrico son ubicados a través del espacio que queda entre el piso fijo y el piso falso, garantizando una mejor circulación del aire para el enfriamiento y climatización de la sala facilitando la manipulación de los cables y del sistema eléctrico. Sistemas de seguridad como extintores, sensores de humo pueden ser ubicados aquí. El piso falso debe tener como mínimo una altura de 150 mm, pero se recomienda que sean 300 mm. Debe ser capaz de soportar cargas concentradas de 445 kg. (1000 lb.). Esto puede variar dependiendo del peso y fuerza que impriman los equipos del CD (11).

✓ **Iluminación:**

Se requiere la instalación de un sistema de iluminación para todos los pasillos de equipos y en las áreas aledañas de acuerdo a los requerimientos del CD de 500 lumen¹⁰ a un metro de altura, de igual forma estos sistemas deben estar controlados automáticamente para que se enciendan solamente las áreas donde haya movimientos de personas, con un sistema de sensor de multitecnología infrarrojo y ultrasónico para la activación de las luces. El sistema de iluminación contempla el sistema de emergencia en salas críticas, en caso de cortes de energía no programados. Debe tener instaladas lámparas de emergencia con un respaldo de baterías y también realizar la conexión de las lámparas de emergencia al sistema UPS, de tal manera que se activen cuando se interrumpa el suministro de energía eléctrica a través de una transferencia automática conectada al sistema de potencia ininterrumpida (26).

Energía o Potencia:

Por ser los CD sistemas muy diversos y dinámicos, no existe una estrategia de eficiencia general, lo que implica que, para lograr eficiencia energética, cada CD debe emplear una estrategia adecuada a sus características, que le facilite disminuir el monto del recibo eléctrico y tener un menor impacto ambiental. La eficiencia energética en CD se relaciona con una disminución de la energía total consumida y un aumento de la eficiencia en el uso de esta.

Para poder emplear una estrategia de manejo eficiente de energía a lo largo de todo el ciclo de vida del CD, es importante seguir los estándares y normas que existen a nivel internacional como son:

- ✓ EIA-TIA 607A/ EN 50310 para el aterramiento físico.
- ✓ EPA /DeFRA /EGSA para los generadores.
- ✓ ISO-IEC 28360 /EN 55022.

Los CD están compuestos por subsistemas físicos y lógicos, el estudio de cada uno de ellos ayudó a la comprensión de las áreas que componen el CD, permitiendo que se conozcan e identifiquen elementos fundamentales para la correcta planeación y diseño de cada una de ellas.

1.3 Tipos de Centros de Datos

Los CD pueden ser clasificados según la propiedad y los servicios a los cuales se encuentran destinados:

- ✓ **Enterprise (dominio privado):** es el tipo más común y de mayor cantidad, pues es operado por corporaciones privadas, instituciones o agencias gubernamentales, con el propósito principal de almacenar datos resultantes de operaciones de procesamiento interno y procesar datos de aplicaciones destinadas a *Internet*.

¹⁰ Unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso.

- ✓ **Internet (dominio público):** este tipo pertenece y es operado por un proveedor de servicios de telecomunicaciones, operadoras de telefonía u otros prestadores de servicios que tienen como principal medio de comunicación a *Internet*.
- ✓ **Co-location:** contratación del espacio físico de *racks*, infraestructura de energía y telecomunicaciones, no obstante, los servidores, aplicaciones, gestión, monitoreo y soporte son propios del locador.
- ✓ **Hosting:** ofrece una línea de servicios para optimizar inversiones de *hardware* y *software*, además de la infraestructura física de *racks*, energía y telecomunicaciones.

Los CD también pueden ser del tipo de:

Edificios de Misión Crítica: Este tipo de CD es usado para sitios que tienen que almacenar y tratar datos críticos y operaciones complejas. Son edificios exclusivos y dedicados enteramente al CD y otros sitios de tecnología de la información (10).

Edificios multidisciplinarios: Son construidos en un edificio de oficinas convencionales, donde comparte el espacio con otros sitios y personas que representan potenciales amenazas físicas. La posibilidad que ocurran escapes y pequeños incendios está presente en todo momento (10).

Retrofits en CD: Son los que pueden ser revitalizados y actualizados en su infraestructura en un entorno de misión crítica existente, proporcionando así mayor eficiencia y ahorro. Pueden también tener su seguridad ampliada con la adopción de paneles cortafuego o Salas-Cofre (10).

CD Modulares Pre-Fabricados: Son aquellos en los que sus principales sistemas han sido prediseñados, integrados desde fábrica, probados y testeados. Estos CD se entregan en la ubicación elegida por el cliente, normalmente en contenedores (10).

El estudio de los tipos de CD permite que el autor conozca a grandes rasgos elementos fundamentales a tener en cuenta para la planeación, dado por los servicios brindados, su ubicación, el modularidad y la criticidad de los datos.

1.4 Clasificaciones de los Centros de Datos

Actualmente los CD según *Uptime Institute* que se plasmó en el estándar ANSI/TIA 942 son clasificados en cuatro categorías: *Tier* I, II, III y IV, en función del nivel de disponibilidad y redundancia de los componentes que soportan el CD (2).

Tier I: CD Básico: Disponibilidad del 99.671%.

- ✓ El servicio puede interrumpirse por actividades planeadas o no planeadas.
- ✓ No hay componentes redundantes en la distribución eléctrica y de refrigeración.
- ✓ Puede o no puede tener suelos elevados, generadores auxiliares o UPS.
- ✓ Tiempo medio de implementación, tres meses.
- ✓ La infraestructura del CD deberá estar fuera de servicio al menos una vez al año por razones de mantenimiento y/o reparaciones.

Tier II: CD Redundante: Disponibilidad del 99.741%.

- ✓ Menos susceptible a interrupciones por actividades planeadas o no planeadas.
- ✓ Tiene suelos elevados, generadores auxiliares o UPS.
- ✓ Conectados a una única línea de distribución eléctrica y de refrigeración.
- ✓ De tres a seis meses para implementar.
- ✓ El mantenimiento de esta línea de distribución o de otras partes de la infraestructura requiere una interrupción del servicio.

Tier III: CD Concurrentemente Mantenibles: Disponibilidad del 99.982%.

- ✓ Permite planificar actividades de mantenimiento sin afectar al servicio de computación, pero eventos no planeados pueden causar paradas no planificadas.
- ✓ Conectados múltiples líneas de distribución eléctrica y de refrigeración, pero únicamente con una activa.
- ✓ De 15 a 20 meses para implementar.
- ✓ Hay suficiente capacidad y distribución para poder llevar a cabo tareas de mantenimiento en una línea mientras se da servicio por otras.

Tier IV: CD Tolerante a Fallos: Disponibilidad del 99.995%.

- ✓ Permite planificar actividades de mantenimiento sin afectar al servicio de computación críticos, y es capaz de soportar por lo menos un evento no planificado del tipo 'peor escenario sin impacto crítico en la carga.
- ✓ Conectadas múltiples líneas de distribución eléctrica y de refrigeración con múltiples componentes redundantes.
- ✓ De 15 a 20 meses para implementar.

Recientemente desarrollado por la empresa *Switch* en colaboración con algunos autores originales de *Uptime Institute* se creó una nueva clasificación de los CD llamada Tier V (3).

Tier V: *Platinum Data Center Standard*

- ✓ Tiene capacidad de funcionar siempre sin agua.
- ✓ Tiene capacidad de detección de contaminantes en el exterior y sea capaz de protegerse contra ellos.
- ✓ El sistema de almacenamiento de energía está siempre monitorizado.
- ✓ Los circuitos deben de estar monitorizados desde el SAI¹¹ a los cuadros de distribución.
- ✓ Servicios para mitigar el *DDoS*¹² para los clientes.
- ✓ Dispositivos de protección en cada rack.
- ✓ Cada jaula o compartimentación de la sala debe ser segura de manera independiente.
- ✓ El control de acceso para personas debe controlarse con exclusas en todas las entradas.
- ✓ El control de acceso autentica a cada titular de la tarjeta por PIN/biométrico/*Two Person Integrity*.
- ✓ No se permite ningún material inflamable en las salas de computación.
- ✓ Se deben contemplar estándares auditables para los datos lógicos alojados.
- ✓ Tejado de doble capa con un sistema reparable/reemplazable de manera independiente.
- ✓ Toda el agua del sistema de refrigeración debe de estar fuera de la envolvente del edificio; no se permite la presencia de agua en salas o ubicada encima de las mismas).
- ✓ Carta de garantía firmada por el responsable de la empresa suministradora garantizando los niveles del servicio.
- ✓ La energía debe de ser 100% renovable.
- ✓ (PUE¹³) promedio (12 meses) inferior a 1,3.

El estándar BICSI-002-2014 establece clasificaciones de los CD a modo de “Clase” con niveles que van desde el 0 (carente de alternativas eléctricas, UPS o puesta a Tierra) al 4 dado por el nivel de disponibilidad, los componentes redundados en el sistema eléctrico y por su sistema de enfriamiento (1) .

Clase F0: Típico Cuarto de Equipos - No Generador, UPS Opcional,
No Redundancia de Componentes

¹¹ Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

¹² Ataque de Denegación de Servicio.

¹³ Power Usage Effectiveness en español Efectividad de Uso de Energía.

Clase F1: Distribución Crítica de Potencia, Generador, UPS,
No Redundancia de Componentes
Disponibilidad: < 99,0 %

Clase F2: Distribución Crítica de Potencia,
Redundancia en Sistema de Enfriamiento y Sistema TI
Disponibilidad: 99,9 %

Clase F3: Operación ininterrumpida de los Sistemas críticos de Enfriamiento, Potencia y TI.
Disponibilidad Sistema + Sistema
Disponibilidad: 99,99 %

Clase F4: Operación ininterrumpida de todos los Sistemas
Sistema + Sistema (Eliminación de Puntos de Posibles Fallos)
Disponibilidad: 99,999 %

Según la norma ICREA-std-131-2015 los CD pueden ser clasificados en niveles del I hasta el V según su seguridad y disponibilidad (23).

Nivel I: Calidad Asegurada (QADC) Disponibilidad: 95%

- ✓ Un control de acceso previo al CPD y área de equipos de soporte, comunicaciones, NOC y COS¹⁴.
- ✓ Sistema contra fuegos: extintores manuales
- ✓ Protección balística Nivel I de acuerdo con NIJ-Standard-0108.01.
- ✓ Resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas deberán ser F60 (resistente 60 minutos).

Nivel II: Calidad Nivel Global (WCQA) Disponibilidad: 99%

- ✓ Dos controles de accesos previo al CPD y áreas de equipos de soporte, comunicaciones, NOC y SOC.
- ✓ Sistemas contra fuego: detección convencional y extintores manuales.
- ✓ Protección balística de acuerdo con NIJ-Standard-0108.01 Nivel II y IIa.
- ✓ Resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas deberán ser F60 (resistente 60 minutos).

Nivel III: Calidad / Seguridad Nivel Global (S--WCQA) Disponibilidad: 99.9%

- ✓ Tres controles de accesos previo al CPD y áreas de equipos de soporte, comunicaciones, NOC y SOC.
- ✓ Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- ✓ Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) o Sistema de Video Vigilancia (SVV).
- ✓ Protección balística de acuerdo con NIJ-Standard-0108.01 Nivel IIIa.
- ✓ Resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas, deberá ser F90 (resistente 90 minutos).

¹⁴ Centro de Operaciones de Seguridad.

Nivel IV: Alta Calidad / Seguridad Nivel Global (HS--WCQA) Disponibilidad: 99.99%

- ✓ Cuatro controles de accesos previo al CPD y áreas de equipos de soporte, comunicaciones, NOC y SOC.
- ✓ Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- ✓ Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F90 (resistente 90 minutos).
- ✓ CCTV o SVV.
- ✓ Protección balística de acuerdo con NIJ-Standard-0108.01 Nivel III.

Nivel V: Alta Seguridad / Alta Disponibilidad Calidad Nivel Global (HSHA--WCQA) Disponibilidad: 99,999%

- ✓ Cinco controles de acceso previo al CPD y área de equipos de soporte, comunicaciones, NOC y SOC.
- ✓ Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- ✓ Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F120 (resistente 120 minutos).
- ✓ Detección temprana.
- ✓ CCTV o SVV.
- ✓ Protección balística de acuerdo con NIJ-Standard-0108.01 Nivel IV.

El estudio de las clasificaciones de los CD dada su disponibilidad, redundancia de sus componentes y el nivel de seguridad permite identificar los elementos básicos que debe de cumplir el CD cuando se esté diseñando.

1.5 Ciclo de vida de CD

En este epígrafe se explica las fases que contiene el ciclo de vida de un CD según *Schneider Electric* que define 5 etapas: planeación, diseño, construcción, operación y evaluación, además, se hará mayor énfasis en las etapas de planeación y diseño porque son a las que está orientada la investigación (27).

✓ **Etapas de planeación: ¿Cuáles son mis mejores opciones?**

Es la etapa más corta e importante de todo el proceso, durante esta primera fase se definen las normas y estándares por cada uno de los subsistemas que componen el CD. Esta puede durar menos de tres semanas y ayuda a evitar sorpresas en la etapa de diseño y construcción. Una mala planeación puede prolongarse durante meses e impactar negativamente en las siguientes etapas del ciclo de vida.

La fase de planeación de un CD constituye un reto importante para muchos departamentos de TI. Una planificación adecuada puede convertir los requisitos abrumadores tales, como detalles excesivos o un esquema ambiguo sin suficiente información en planos completos. Los pequeños cambios iniciales realizados en los planes pueden traer importantes consecuencias en los costos en etapas más avanzadas cuando se comience la fase de construcción o creación del CD. Sin embargo, estos problemas pueden ser evitados si los responsables de la toma de decisiones adecuados reciben la información oportuna en la secuencia correcta.

El proceso del proyecto que maneja *Schneider Electric* para el ciclo de vida del CD incluye una fase de planeación estandarizada, que consta de cuatro tareas alrededor de la infraestructura física, sentando las bases para todo lo que sigue (27).

1. Establecer parámetros de proyectos claves para controlar la arquitectura del sistema y el presupuesto.

Identificar las necesidades del negocio para determinar los parámetros del proyecto como: criticidad, capacidad, plan de crecimiento, eficacia, densidad y presupuesto.

Dichos parámetros clave del proyecto se definen de la siguiente forma:

- ✓ **Criticidad:** nivel de disponibilidad del sistema que se va a lograr en términos de normas estándar del sector.
- ✓ **Capacidad:** carga máxima de TI (en kW) que puede admitir la infraestructura física del CD.
- ✓ **Plan de crecimiento:** descripción del aumento a los requisitos de potencia máximos con la incorporación de la incertidumbre.
- ✓ **Eficacia:** objetivo de eficacia energética de los sistemas de la infraestructura del CD.
- ✓ **Densidad:** potencia de promedio y pico que se espera que consuman los armarios de TI (kW/rack) y cantidad de superficie en planta necesaria junto con información relacionada con la incertidumbre de la densidad.
- ✓ **Presupuesto:** dinero previsto para los costos de capital del proyecto.

Muchos de los fallos de planificación responden a la falta de acuerdo y entendimiento entre las partes interesadas, una parte importante de esta tarea consiste en garantizar que el escaso tiempo de los ejecutivos se dedique a decisiones más importantes.

2. Desarrollar un concepto del sistema.

Consiste en utilizar los parámetros fundamentales de la tarea anterior y emplearlos para elegir un concepto general del sistema de infraestructura física, es decir, un diseño de referencia que tenga en cuenta los parámetros antes mencionados y que además tenga una escalabilidad que admita el plan de crecimiento. Los diseños de referencias son un buen punto de partida para seguir adelante con la fase de diseño. Un diseño de referencia, permite tomar las decisiones adecuadas de una forma rápida y eficaz.

3. Incorporar las preferencias del usuario y las limitaciones.

Esta tarea recopila y evalúa las preferencias de los usuarios y las limitaciones para determinar si son válidas, o si se deben ajustar de alguna forma para reducir el costo o evitar problemas. Las preferencias de los usuarios y las limitaciones, a menudo, alejan de forma inadvertida los diseños de los CD de los diseños estándar e incrementan el costo, aumentan el tiempo de desarrollo y disminuyen la calidad,

todo esto trae consigo que resulte más eficaz validar y adaptar las preferencias de los usuarios y las limitaciones una vez elegido el concepto del diseño.

Las preferencias de los usuarios y las limitaciones se definen de la siguiente forma:

- ✓ Las preferencias son los deseos de los usuarios que están sujetos a la realización de cambios o ajustes tras considerar (o volver a considerar) el costo y las consecuencias.
- ✓ Las limitaciones son condiciones previas que resultan difíciles o imposibles de cambiar.

4. Determinar los requisitos de implantación.

Los requisitos de implantación actúan como un conjunto de reglas que se deben seguir a la hora de crear un diseño detallado del sistema, constan de los siguientes elementos:

- ✓ Requisitos estándar que no varían de un proyecto a otro. Normalmente, aparecen como especificaciones estándar que incluyen la mayor parte de la especificación del CD.
- ✓ Requisitos del proyecto que definen los detalles específicos de los usuarios relacionados con la ejecución del proyecto. Aquí se incluyen fechas límites especiales, asignaciones o limitaciones de recursos de equipos o humanos, proveedores que se deben utilizar o adquisiciones especiales u otros procesos administrativos que el proyecto debe seguir.

La división de los requisitos de implantación del sistema en requisitos estándar, es decir, aquellos que son comunes para todos los sistemas y los requisitos del proyecto, aquellos que son específicos por el usuario, permite simplificar el trabajo de creación y mantenimiento del diseño del sistema detallado. Los requisitos de implantación unido a los resultados establecidos de las tareas anteriores facilitan como resultado la totalidad de requisitos y actúan como reglas para el diseño detallado o básico en la fase de diseño.

En la Figura 1 que se muestra a continuación, se representan las relaciones de las cuatro tareas definidas por Schneider Electric (APC) de cómo se realiza la planeación de un CD, que se realiza en cada tarea y cuáles son las salidas de cada una de ellas, que se utilizan como entradas en la fase de diseño.

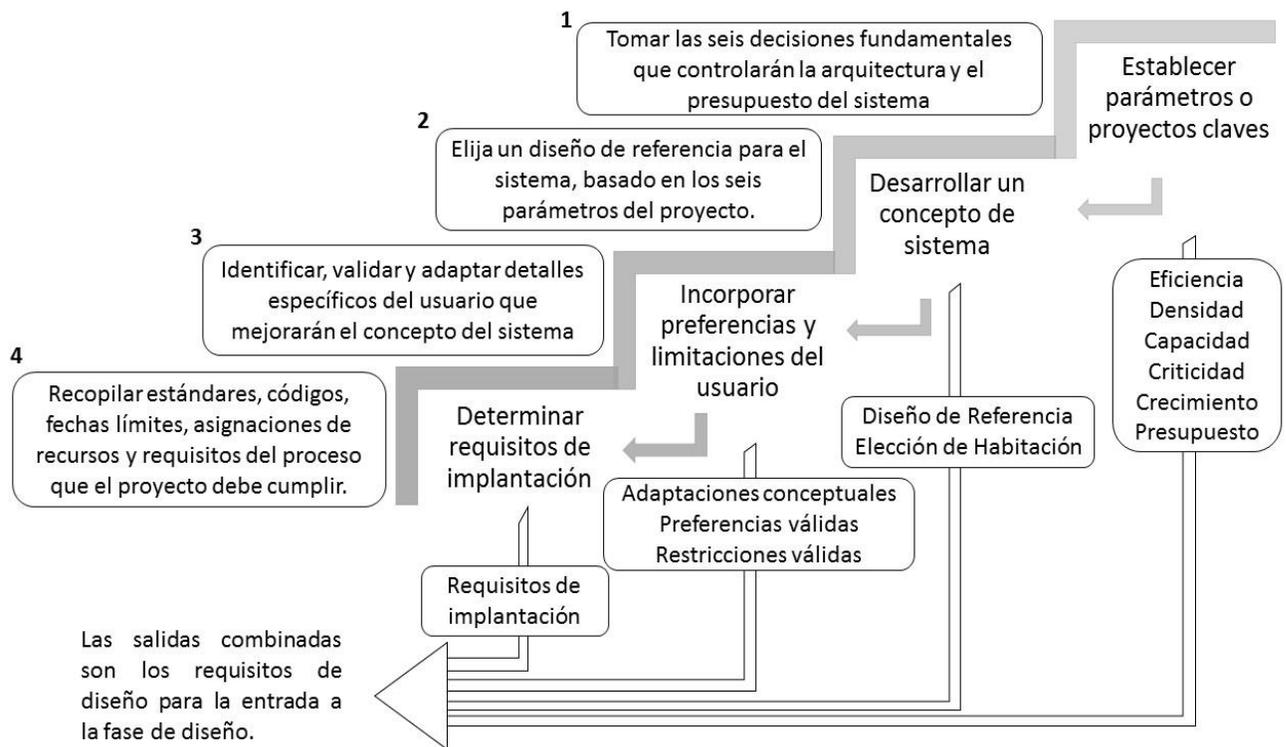


Figura 1 Cuatro tareas de la secuencia de planeación.

✓ Etapa de diseño: ¿Qué voy a mejorar?

Esta fase se enfoca en traducir las conclusiones de la etapa de planificación a diseños tangibles, con esquemas detallados, simulaciones y planos de construcción por cada uno de los subsistemas del CD. Esta puede durar entre 4 y 16 semanas dependiendo de los procesos requeridos. Es prácticamente imposible desarrollar esta etapa sin contratiempos, sin embargo, si la fase inicial se gestiona adecuadamente, los ajustes y cambios serán mínimos.

El proceso de diseño de un CD abarca más que solo la disposición física del área o espacio requerido (elección del lugar), el cálculo en determinar la capacidad de los equipos y algunos detalles de ingeniería, otros aspectos como seguridad, gestión, disponibilidad, monitoreo y sistemas de respaldo también deben ser considerados (25).

Dentro de los requisitos funcionales que tiene un CD se necesita un lugar para ubicar los dispositivos, proveer de energía suficiente para mantener los dispositivos funcionando, proporcionar una temperatura ambiente controlada del medio para que puedan operar, proveer de la conectividad entre los dispositivos dentro y fuera del CD. Todos estos requisitos deben ser encontrados de la manera más eficiente posible. La eficiencia de un CD depende en gran medida de la eficiencia del diseño (11).

También en el diseño se debe incluir la sala para todos los grandes servidores que se denomina sala fría, nevera o pecera, por lo que esta sala requiere de un sistema específico de refrigeración para mantener una temperatura baja, entre 21 y 23 Grados Centígrados, para evitar averías en las computadoras a causa del sobrecalentamiento. Según las normas internacionales establecen que la temperatura exacta debe ser 22.3 Grados Centígrados (26).

En el diseño también se debe incluir las infraestructuras dedicadas a la seguridad de la instalación las cuales son las encargadas de limitar el acceso físico a los locales y salas mediante la colocación de cerraduras electromagnéticas, cámaras de seguridad, detectores de movimiento, tarjetas de identificación, entre otros. Además, se debe incluir el sistema de detección de incendios que es muy importante para los CD (26).

Existen cinco valores claves que hay que tener en cuenta durante el diseño de un CD estos son: simplicidad, flexibilidad, escalabilidad, modularidad y estandarización. Todas las decisiones que tengan que ser llevadas a cabo durante el diseño deben de ser tomando en cuenta dichos valores (25).

- ✓ **Simplicidad:** deben mantener el diseño lo más simple posible para que sea fácil de manejar y entender.
- ✓ **Flexibilidad:** lograr que el diseño sea lo más flexible y actualizable posible, pues la tecnología es algo muy cambiante en estos tiempos.
- ✓ **Escalabilidad:** el diseño que sea propuesto para un CD debe funcionar bien para cualquier tipo de CD ya sea: pequeños, medianos o grandes, además debe permitir trabajar con variedad de equipos. Por otra parte, debe ser capaz de adaptarse a las nuevas tecnologías y crecer de acorde a las necesidades de las empresas.
- ✓ **Modularidad:** los CD pueden ser altamente complejos, el poder dividir el diseño y hacerlo modular permite crear sistemas altamente complejos en partes más pequeñas y manejables.
- ✓ **Estandarización:** el uso de la estandarización en diseños de CD asegura un control de calidad. Además, permite que el mantenimiento y la detección de problemas sea más fácil de encontrar y solucionar.

Esta etapa se centra en convertir las conclusiones de la fase anterior en diseños, esquemas y planos de construcción de todos los subsistemas del CD, ya sea del cableado estructurado, de la arquitectura y del sistema eléctrico.

✓ **Etapa de construcción: ¿Quién lo construirá?**

Se centra en la calidad de la infraestructura y en la integración de los sistemas que estarán contenidos en el CD. La fase de construcción termina cuando el equipo de construcción entregue el certificado de finalización al propietario, se aprueben todas las pruebas requeridas y el propietario acepte la conclusión del proyecto en base a los acuerdos y definiciones iniciales.

✓ **Etapa de operación: ¿Cómo opero de manera óptima?**

La fase de operación es la etapa más larga y costosa del ciclo de vida de un CD, esta puede durar entre 10 y 20 años. Durante este periodo la infraestructura construida soporta aquello por lo que fue instalada: servidores, equipos de red y otros activos de TI en las condiciones ideales para aprovechar al máximo su capacidad.

✓ **Etapa de evaluación: ¿Dónde estoy ahora?**

Esta fase comienza una vez que el CD esté operando. Dado su complejidad los mismos demandan un sistema de evaluaciones periódicas que aseguren el buen funcionamiento de todos los sistemas, se recomienda evaluar el estado y desempeño de todos los componentes como mínimo dos veces al año.

En la Figura 2 se representa como se relacionan las fases del ciclo de vida de un CD y en negrita se encuentran marcadas a las que está orientada el desarrollo de esta tesis:

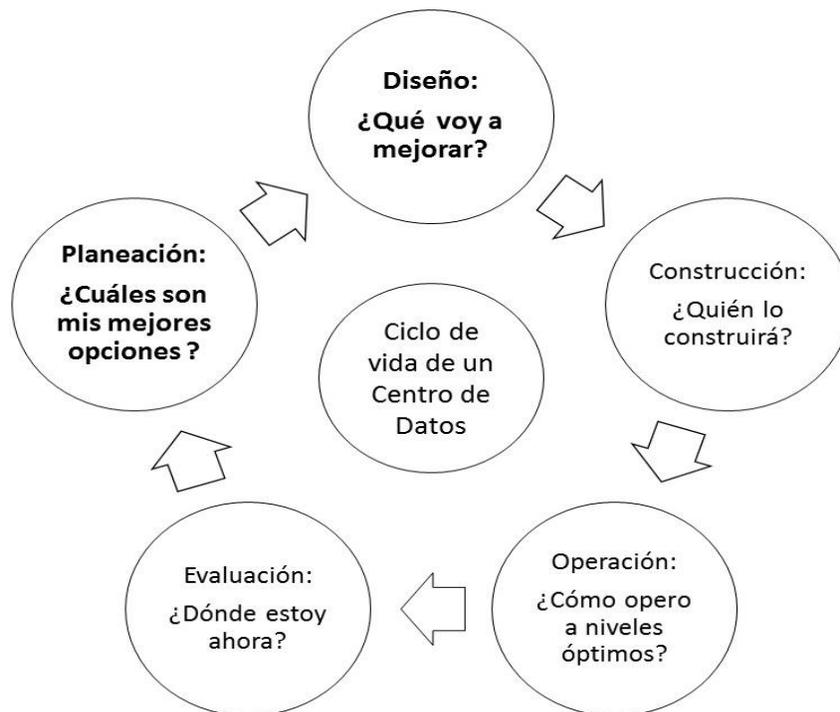


Figura 2 Ciclo de Vida de un Centro de Datos

El estudio del ciclo de vida de un CD permitió que el autor comprendiera que para una correcta creación la fase de planeación es fundamental, los errores cometidos durante la misma repercuten en el resto de las fases. Las salidas de cada una de ellas constituyen las entradas de la siguiente de ahí la importancia de definir y hacer las cosas lo mejor posible desde un inicio. La fase de diseño convierte las conclusiones de la planeación en diagramas, esquemas y planos que luego son utilizados durante la construcción del CD.

1.6 Sistemas similares

Para la detección y análisis de herramientas homólogas se realizaron búsquedas usando bases de datos bibliográficas como: *American Institute of Physics (API)*, *DART Europe*, *Edinburgh University Press*, *HighWire*, *Fighting Fall Armyworm*, entre otras; donde se encuentran artículos de alto impacto científico. Además, se realizaron búsquedas en google académico, google trends y google con los siguientes criterios: sistemas para la planeación y el diseño de centros de datos, sistemas para la planeación de centros de datos, sistemas para el diseño de centro de datos, sistemas para modelar el ciclo de vida de un centro de datos, *systems for the planning and design of data centers*, *systems for planning data centers*, *systems for data center design*, *systems to model the life cycle of a data center*. Los criterios de búsquedas aplicados a las bases de datos ya mencionadas no arrojaron ningún resultado de sistemas homólogos que realicen la planeación y el diseño de CD, por estas razones se decide implementar uno.

1.7 Análisis del soporte tecnológico para el desarrollo del software

Para la realización de la presente investigación se llevó a cabo un estudio de varias tecnologías y lenguajes, con el objeto de poder desarrollar una plataforma para la planeación y el diseño de un CD.

1.7.1 Proceso de Desarrollo

PRODESOF es definido o establecido como el proceso de desarrollo de software adoptado por la Empresa XETID, y facilita la construcción, instalación y mantenimiento de sus sistemas. Como principales características se pueden enunciar (28):

Desarrollo Iterativo e Incremental: Se enfoca en que el ciclo de vida del proyecto está compuesto por iteraciones. Estas consisten en pequeños procesos compuestos de varias actividades cuyo objetivo es entregar una parte del sistema parcialmente completo, probado y estable (28).

- Es totalmente independiente de lenguaje de programación, de ahí que los modelos realizados se pueden implementar en cualquier lenguaje Orientado a Objetos.
- Se pueden automatizar determinados procesos y permite generar código a partir de los modelos y a la inversa (a partir del código fuente generar los modelos). Esto permite que el modelo y el código estén actualizados.

Desarrollo Basado en Componentes: el desarrollo de sistemas de software basado en componentes describe, construye y utiliza técnicas para la elaboración de sistemas abiertos mediante el ensamblaje de partes de software reutilizables (28).

- Permite alcanzar un mayor nivel de reutilización de los componentes creados.
- Permite la ejecución de pruebas a cada componente de forma aislada antes de probar el conjunto de componentes ensamblados.
- El desarrollador tiene la libertad de modificar o incluso de agregar nuevos componentes sin que esto afecte otras partes del sistema.

- Permite que la calidad de una aplicación basada en componentes aumente con el paso del tiempo, debido a que cada elemento puede ser construido y luego modificado continuamente.

Se decide utilizar el PRODESOFIT como proceso de desarrollo por su fortaleza y flexibilidad, está estructurado en cinco fases bien definidas propiciando que la construcción y desarrollo de software sea un proceso menos complejo.

1.7.2 Lenguaje de Modelado

Lenguaje Modelado Unificado (UML): permite a los creadores de sistemas generar diseños que capturen sus ideas en una forma convencional y fácil de entender para comunicárselas a otras personas. Está compuesto por diferentes elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas. Debido a que es un lenguaje cuenta además con reglas para combinar tales elementos (29). Se decide utilizar porque es el lenguaje de modelado que utiliza la herramienta CASE seleccionada. La versión a utilizar será la 2.0.

Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN): es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo (*workflow*). BPMN fue inicialmente desarrollada por la organización BPMI¹⁵, y es actualmente mantenida por el OMG¹⁶, después de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005 (30). Se decide utilizar a BPMN para modelar los procesos del negocio; aprovechando la claridad y transparencia que este brinda. Se decide utilizar porque es el lenguaje de modelado de procesos de negocio que utiliza el ProcessMaker. La versión a utilizar será la 2.0.2.

1.7.3 Herramienta de Modelado

Visual Paradigm for UML: es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Ayuda a una rápida construcción de aplicaciones con calidad y a un menor costo (29). Se decide utilizar porque permite crear todos los tipos de diagramas de clases, ingeniería inversa, generar código desde diagramas y generar documentación sobre la plataforma a desarrollar. Se decide utilizar como herramienta CASE a Visual Paradigm principalmente por permitir el modelado de diagramas para BPMN, por ser una tecnología multiplataforma, apoya todo lo básico en cuanto a artefactos generados en las etapas de definición de requerimientos y brinda la posibilidad de generar código a partir de los diagramas. La versión a utilizar será la 8.0.

¹⁵ Business Process Management Initiative.

¹⁶ Object Management Group.

1.7.4 Lenguajes del lado del cliente

JavaScript: es el lenguaje de programación común más utilizado para añadir interactividad a una página web. Es un lenguaje interpretado no compilado pues no genera ningún tipo de fichero objeto. Es un lenguaje moderno, sencillo, muy útil, barato pues solo se necesita una bloc de notas y un navegador, potente porque permite la Programación Orientada a Objeto (POO) y además es visual debido a que permite la moderna programación visual (31). Se decide utilizar porque es una excelente solución para poner en práctica la validación de datos de un formulario, se puede utilizar para cambiar el aspecto de la pantalla en el dispositivo de los usuarios después que la página ha sido enviada por el servidor, es un lenguaje sencillo, rápido y cuenta con múltiples opciones visuales, es soportado por los navegadores más populares y es compatible con los más modernos. Es muy versátil, puesto que es muy útil para desarrollar páginas dinámicas y aplicaciones web. La versión a utilizar será la 1.8.

Hojas de Estilo en Cascada (CSS): es un lenguaje de diseño de páginas web, interpretado por todos los navegadores web gráficos, independientemente del dispositivo o sistema operativo. Permite una división lógica entre la estructura de una página web (que maneja el HTML) y la forma en que la vemos. Se trata del idioma utilizado para la aplicación de diseño de páginas web *front-end* (32). Se decide utilizar porque permite lograr estilos y efectos visuales que antes sólo eran posibles por medio de tecnologías adicionales, incluye nuevas propiedades especialmente en cuanto en cuanto al aspecto gráfico y permite ahorrarnos tiempo y trabajo al poder seguir varias técnicas sin necesidad de usar un editor gráfico. La versión a utilizar será la 3.0.

Lenguaje de marcado de hipertexto (HTML): es lenguaje que se utiliza para crear documentos que muestren una estructura hipertexto. Además, permite crear documentos de tipo multimedia, es decir, que contengan información más allá de la simplemente textual como, por ejemplo: imágenes, videos, sonido, entre otros. Los documentos HTML se conforman como documentos de texto planos, en los que todo el formato del texto se especifica mediante marcas de texto (nombradas etiquetas), que delimitan los contenidos a los que afecta la etiqueta (33). Se decide utilizar porque permite que los sitios puedan ser dinámicos, es el lenguaje más difundido para el diseño de sitios web, es compatible con dispositivos móviles y los principales navegadores que existen y, además, presenta una mayor velocidad de carga de las páginas. La versión a utilizar será la 5.0.

1.7.5 Lenguajes del lado del servidor

Hipertext Preprocessor (PHP): es un lenguaje de programación sencillo, de sintaxis cómoda y similar a otros lenguajes. Es rápido, interpretado, orientado a objetos y multiplataforma. Para este lenguaje se encuentran disponibles una multitud de librerías. El intérprete de PHP, diversos módulos y gran cantidad de librerías

desarrolladas para PHP, son de código libre (33). Se decide utilizar porque posee una alta capacidad de conexión con la mayoría de los Sistemas Gestores de Bases de Datos, no requiere de definición de tipos de datos para las variables, que es de software libre, presenta gran número de librerías, así como abundante bibliografía disponible y, además, es el lenguaje en el que está basado el ProcessMaker. La versión a utilizar será 5.6.28.

1.7.6 Sistema Gestor de Bases de Datos

MySQL: es de bajo costo de propiedad, estable y seguro. Posee excelente documentación, ofrece soporte de alta calidad para sus productos, incluyendo un servicio que permite a los desarrolladores de MySQL iniciar sesión en el servidor para corregir problemas de forma proactiva y ayudar con la optimización. Está disponible para una gran variedad de arquitecturas de computadoras y muchos sistemas operativos diferentes. Esta bajo una GNU *General Public License* (GPL) (34). Se utiliza porque al instalar ProcessMaker el mismo la utiliza como Sistema Gestor de Bases de Datos por defecto. La versión a utilizar será la 5.5.53.

PostgreSQL: es uno de los SGBD más antiguos y conocidos del mundo del código libre. Las características más destacadas son: soporte de transacciones, subconsultas, soporte de vistas, integridad referencial, herencia de tablas y tipos de datos definidos por el usuario. Además, permite añadir tablas en tiempo de ejecución, posee funciones de agregación definibles por el usuario, entre otras (35). La selección de PostgreSQL como SGBD estuvo sustentada en la necesidad garantizar la estabilidad del sistema ya que el mismo usa multiprocesos en lugar de multihilos, además, que funciona muy bien ante una alta concurrencia de usuarios, así como permite el manejo de grandes volúmenes de información. Se decide utilizar como SGBD a PostgreSQL por ser multiplataforma y software libre. Además, permite una fácil integración con el lenguaje de programación seleccionado y se adapta a las especificaciones de la solución. La versión a utilizar será la 9.4.

1.7.7 Manipulador de Bases de Datos

PgAdmin III: PgAdmin III es una aplicación gráfica para administrar el gestor de bases de datos PostgreSQL, con licencia Open Source. Está escrita en C++, lo que permite que se pueda usar en varios sistemas operativos como Linux, FreeBSD, Solaris, Mac OS X y Windows. Incluye un editor SQL con resaltado de sintaxis, un editor de código de la parte del servidor y un agente para lanzar scripts programados. La conexión al servidor puede hacerse mediante conexión TCP/IP (36). Se decide utilizar por ser una herramienta de código abierto para la administración de bases de datos de PostgreSQL, presenta una interfaz administrativa gráfica, contiene un editor de código procelular y hace simple la administración del Sistema Gestor de Bases de Datos. La versión a utilizar será la 1.22.0.

1.7.8 IDE de Desarrollo

NetBeans: es un entorno de desarrollo integrado y una plataforma de desarrollo. Aunque inicialmente, NetBeans IDE sólo podía ser utilizado para desarrollar aplicaciones Java, a partir de la versión 6, NetBeans soporta varios lenguajes de programación, ya sea a través de una función de apoyo, o mediante la instalación de complementos adicionales, algunos de estos lenguajes son Java, C, C ++, PHP, HTML, JavaScript, y Scala (36). Proporciona funcionalidades adicionales como la compilación en tiempo real, la comprobación de tipos, refactorización, navegadores de clase y soluciones rápidas para los errores en tiempo de compilación. Después de varios análisis fue seleccionado como herramienta de desarrollo a Netbeans, por ser un producto libre y gratuito sin restricciones de uso, además proporciona soporte para muchos lenguajes de programación entre los que se encuentra JavaScript y PHP. La versión a utilizar será la 8.0.

1.7.9 Servidor Web

Apache: es un servidor web, Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) de código abierto, para plataformas Unix, Windows, MAC OS y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1 y la noción de sitio virtual, presenta entre otras características altamente configurables, bases de datos de autenticación y negociado de contenido, pero no posee una interfaz gráfica en su configuración (37). Es un servidor de arquitectura modular el cual permite la instalación de diferentes módulos según la necesidad del usuario, lo cual facilita un mayor aprovechamiento de las prestaciones que ofrece el servidor y por la experiencia en el trabajo con el mismo tanto de él como del desarrollador. Se decide utilizar el servidor web Apache por ser multiplataforma, lo que lo convierte en un servidor prácticamente universal. Apache es una tecnología gratuita de código fuente abierto, es altamente configurable y de diseño modular por lo que es muy sencillo ampliar sus capacidades. La versión a utilizar será la 2.4.

1.7.10 Gestor de Procesos Empresariales

ProcessMaker: es un sistema que permite gestionar los procesos de negocio, desarrollado por la empresa Colosa Inc. Es una aplicación de software BPM¹⁷. Se trata de una herramienta ligera que utiliza RBAC¹⁸ para gestionar roles de usuario, WSO2 para administrar servicios *web* con SOAP, también maneja servicios que permiten que el software se conecte directamente con clientes de sistemas de gestión de relaciones (CRM), inteligencia empresarial (BI), gestión de contenido (CMS) y planificación de recursos empresariales (ERP). Es

¹⁷ Gestión de Procesos de Negocios.

¹⁸ Control de Acceso Basado en Roles.

una aplicación completamente basada en la web, habilitada para AJAX, que se basa en la pila de código abierto LAMP (Linux/Apache/MySQL/PHP) (41). Se decide escoger porque es integrable con otros sistemas, desde su plataforma maneja procesos, tareas y alertas, permite gestionar solicitudes de una manera rápida y eficiente y se pueden realizar cambios en los procesos sin afectar la operación del negocio. La versión a utilizar será la 3.2.

1.7.11 Gestor de Contenidos

Drupal: Se decide utilizar el CMS Drupal porque es de código abierto, altamente modular con énfasis en la colaboración. Contiene funcionalidades básicas en su núcleo y se puede agregar funcionalidades a través de la instalación de módulos. También separa con éxito la gestión de contenido de la presentación de contenidos. Es distribuido bajo los términos de la Licencia Pública General (GNU/GPL) (42). Se escoge porque posee alto rendimiento, escalabilidad, sin dejar de mencionar el tema de la seguridad, ya que las comunidades de desarrollo que posee están en constante evolución y detectan los problemas de seguridad que puedan aparecer en las versiones del CMS. La versión a utilizar será 7.54

1.7.12 Herramientas para realizar pruebas

JMeter: es un software de código abierto, creado en java y diseñada para probar el comportamiento funcional de un sitio web y medir el rendimiento. Fue diseñado originalmente para pruebas de aplicaciones web, pero desde entonces se ha expandido a otras funciones de prueba (38). Se decide escoger porque puede ser utilizado para probar el rendimiento tanto en recursos estáticos y dinámicos, lenguajes dinámicos como PHP, Java, ASP.NET, objetos Java, bases de datos y consultas. Se puede utilizar para simular una carga pesada en un servidor, grupo de servidores, la red o el objeto para probar su resistencia o para analizar el rendimiento general bajo diferentes tipos de carga. La versión a utilizar será la 2.3.1.

Acunetix Web Vulnerability Scanner: es una herramienta para realizar pruebas de seguridad en aplicaciones web, ha sido pionera en la aplicación web de tecnología de análisis de seguridad. Sus ingenieros se han centrado en la seguridad web desde 1997 y ha desarrollado una ingeniería líder en el análisis de sitios web y detección de vulnerabilidades (39). Se decide utilizar porque utiliza las herramientas de testeo de inyección SQL y de *crosssite scripting* más avanzadas y profundas de la industria, presenta soporte para páginas con *captcha*, *single sign-on* y mecanismos con factor de autenticación, utiliza un escaneo inteligente que detecta el tipo de servidor web, lenguaje de la aplicación y analiza sitios web incluyendo contenido flash, SOAP y AJAX. La versión a utilizar será la 9.5.

1.7.13 Navegador Web

Mozilla Firefox: es un navegador *web* libre y de código abierto. Incluye navegación por pestañas, corrector ortográfico, búsqueda progresiva, marcadores dinámicos, un administrador de descargas, navegación privada y con georreferenciación. Además, se pueden añadir funciones a partir de una amplia variedad de complementos desarrollados por terceros, lo que, según algunos estudios, lo convierte en el navegador más personalizable y seguro del momento. (40). Se decide utilizar por ser un navegador libre, multiplataforma y por la amplia comunidad que tiene por detrás para su desarrollo y mantenimiento. Es un navegador rápido con aplicaciones Web complejas y presenta una efectiva protección contra el spyware y otros tipos de malware, bloqueo asegurado contra pop-up y otras formas de publicidad comunes en la web. Además, el ProcessMaker se encuentra optimizado para él. La versión a utilizar será de la 57.0 en adelante.

1.8 Conclusiones parciales

En este capítulo se trataron los elementos teóricos que dan sustento a la propuesta de solución del problema planteado, arribando a las siguientes conclusiones:

- El estudio de las fases del ciclo de vida de un CD profundizando en la planeación y el diseño permitió lograr un mejor entendimiento de la investigación que se realiza.
- El análisis de la guía práctica de Schneider Electric permitió determinar cómo se debe de realizar la planeación y diseño de un CD para el servicio que ofrece la XETID a sus clientes.
- El estudio de las tecnologías adecuadas para el desarrollo de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD determinó que para realizar la investigación se debe utilizar como lenguaje de programación PHP del lado del servidor y JavaScript, CCS y HTML del lado del cliente, como navegador web Mozilla, se utilizará como servidor web Apache, como sistema gestor de base de datos PostgreSQL y MySQL, para el modelado se utilizará Visual Paradigm y la herramienta ProcessMaker será utilizada para el desarrollo del back-end como gestor de procesos, además, se utilizará como gestor de contenidos Drupal para la realización del front-end, como IDE de desarrollo Netbeans y PgAdminIII como herramienta de administración de la base de datos de PostgreSQL.

Capítulo 2: Análisis y diseño de la plataforma para la planeación y diseño de un CD

En el presente capítulo se realiza una descripción de la solución propuesta con el objetivo de proveer un mejor entendimiento del sistema. Además, se representa el diagrama del modelo del dominio con la correspondiente descripción de cada uno de sus elementos. Por otra parte, se especifican los requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir el sistema. Se presenta la arquitectura del sistema, así como los patrones de diseño empleados en la elaboración del *workflow*.

2.1 Propuesta de solución

Se construye una plataforma web conformada por un Front-End que está de cara al usuario para la autenticación y brindar información actualizada referente a los CD. Además, contiene un Back-End que realiza el flujo de trabajo definido en la guía práctica de Schneider Electric sobre cómo se debe realizar la planeación y el diseño de un CD. En el mismo interactuarán los clientes, el gerente del proyecto y los especialistas de cada una de las áreas. Para realizar el proceso de planeación y diseño de un CD los clientes harán uso de una solicitud la cual podrá ser aceptada o denegada por el gerente de proyecto. Después de acepta la solicitud los clientes deben responder un cuestionario para que el gerente determine si es factible o no realizar el servicio y se le informará al cliente. Para poder realizar el proceso de planeación y diseño una vez determinado que es factible realizar el proyecto, los especialistas utilizarán la solicitud enviada por el cliente y el cuestionario respondido. Después de revisada la planeación y el diseño a cada uno de los especialistas, el gerente de proyecto conforma un proyecto técnico, que le es enviado al cliente para su aprobación.

2.2 Descripción de la propuesta de solución

Cuando un cliente necesita solicitar la creación o el diseño de un CD lo primero que debe realizar es la autenticación del mismo en la plataforma, seguidamente debe llenar la solicitud que será enviada al gerente del proyecto. Una vez recibida la solicitud el gerente debe decidir si acepta o no la misma. En caso de ser aceptada, el gerente procede a realizar un diagnóstico para conocer las tecnologías con las que cuenta el cliente, así como los servicios que desean brindar y las especificaciones que soliciten. Después de obtenidos los resultados del diagnóstico el gerente del proyecto determina si es viable o no la realización del proyecto. Luego se realiza la planeación y el diseño del CD por cada uno de los especialistas, el conjunto de documentos generados por ellos pasará a formar parte del proyecto técnico. El mismo es enviado al cliente para que lo revise y verifique que cumple con sus requisitos.

Objetivos	Realizar la descripción del proceso de planeación y diseño de un CD.
Eventos que lo generan	Solicitud de un cliente.
Precondiciones	Que la solicitud enviada por el cliente sea aceptada y que el diagnóstico indique que es viable realizar el proyecto.

Pos condiciones	El cliente acepte el proyecto técnico.
Clientes Internos	Gerente de proyecto y especialistas.
Clientes externos	Ciente que solicita el servicio.
Entradas	Solicitud enviada por clientes.
Salidas	Proyecto Técnico.

Tabla 1 Descripción del proceso de negocio de planeación y diseño.

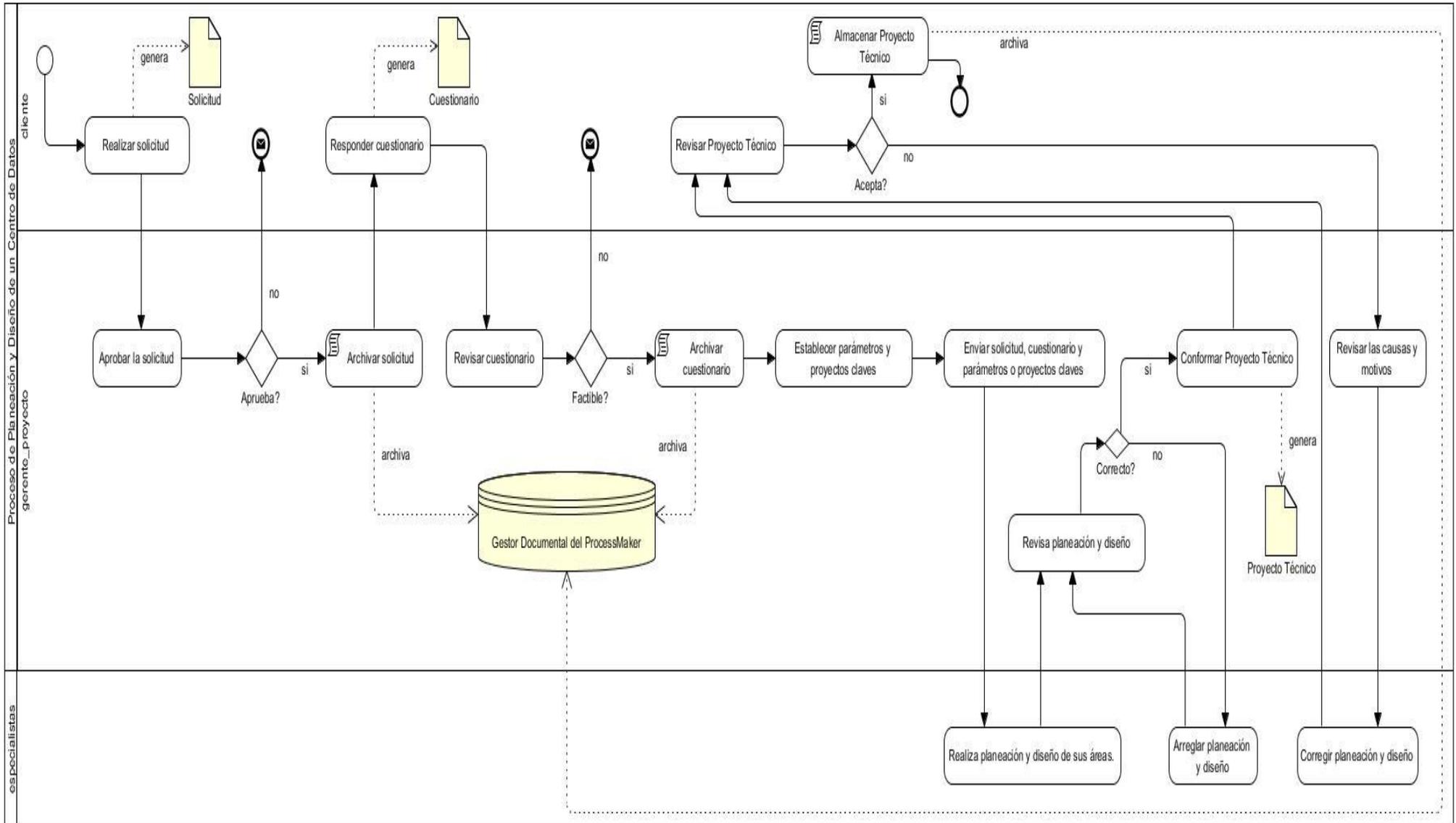


Figura 3 Descripción de la propuesta de solución.

2.3 Técnicas empleadas para la captura de requisitos

Un requerimiento puede definirse como un atributo necesario dentro de un sistema, que puede representar una capacidad, una característica o un factor de calidad del sistema de tal manera que le sea útil a los clientes o a los usuarios finales (46).

El propósito de la definición de requisitos es especificar las condiciones o capacidades que el sistema debe cumplir y las restricciones bajo las cuales debe operar, logrando un entendimiento entre el equipo de desarrollo y el cliente, y especificando las necesidades reales de forma que satisfaga sus expectativas (46).

A continuación, se presentan las técnicas de captura de requisitos utilizadas para el desarrollo de la solución:

- **Tormenta de ideas:** estas reuniones se realizaron con todos los involucrados en la solución del problema, donde cada uno expresó sus ideas y criterios respecto a los requisitos que debe poseer la solución propuesta. Tiene como objetivo fundamental dar una visión general de las necesidades del sistema.
- **Entrevistas:** son realizadas a especialistas del CD de XETID, en este proceso se realizaron preguntas con el objetivo de obtener toda la información posible sobre la visión que el entrevistado tiene y comprender los propósitos de la solución buscada. **(Anexo 1)**

2.3.1 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir una vez estudiado el problema y los posibles procesos a informatizar. A continuación, se muestra un listado de los requisitos identificados:

RF_1: Autenticar usuario: permitir autenticarse en la aplicación utilizando usuario y contraseña.
RF_2: Seleccionar tipo de persona: permitir seleccionar tipo de persona natural o jurídica que realiza la solicitud.
RF_3: Crear solicitud: permitir incluir una solicitud en el sistema.
RF_4: Aprobar solicitud: permitir que el gerente del proyecto apruebe una solicitud.
RF_5: Notificar rechazo de solicitud: permitir notificar el estado de la solicitud en caso de ser rechazada.
RF_6: Archivar solicitud: permitir que una solicitud sea almacenada en el sistema.
RF_7: Realizar cuestionario por el cliente: permitir que el cliente pueda responder cada una de las preguntas realizadas.

RF_8: Revisar cuestionario por el gerente: permitir que el cuestionario sea revisado por el gerente del proyecto y determine si es factible la realización del servicio.
RF_9: Enviar notificación de rechazo de servicio: permitir enviar una notificación de rechazo del servicio una vez que sea determinado que el proyecto no es factible realizarlo.
RF_10: Archivar cuestionario: permitir que se almacene el cuestionario respondido por el cliente.
RF_11: Establecer parámetros claves: permitir que el gerente de proyecto pueda establecer los parámetros claves para la planeación de un CD. Para la realización de estas acciones debe de tener en cuenta los siguientes datos: criticidad, capacidad máxima de IT, plan de crecimiento, capacidad promedio de IT, tipo de CD, norma de diseño, tiempo de ejecución del proyecto, dimensiones del local, limitaciones y preferencias del cliente.
RF_12: Determinar requisitos de implantación: permitir que se definan los requisitos de implantación ya sean los estándares donde se definen las normas y se identifican los elementos fundamentales por cada subsistema.
RF_13: Subir imagen del diseño: subir una imagen al repositorio.
RF_14: Enviar diseño conceptual y diseño detallado o básico para su aprobación.
RF_15: Crear proyecto técnico: permitir crear un proyecto técnico.
RF_16: Enviar proyecto técnico al cliente para su aprobación.
RF_17: Archivar proyecto técnico: permitir almacenar un proyecto técnico en el repositorio.

Tabla 2 Requisitos funcionales

2.3.2 Especificaciones de requisitos funcionales

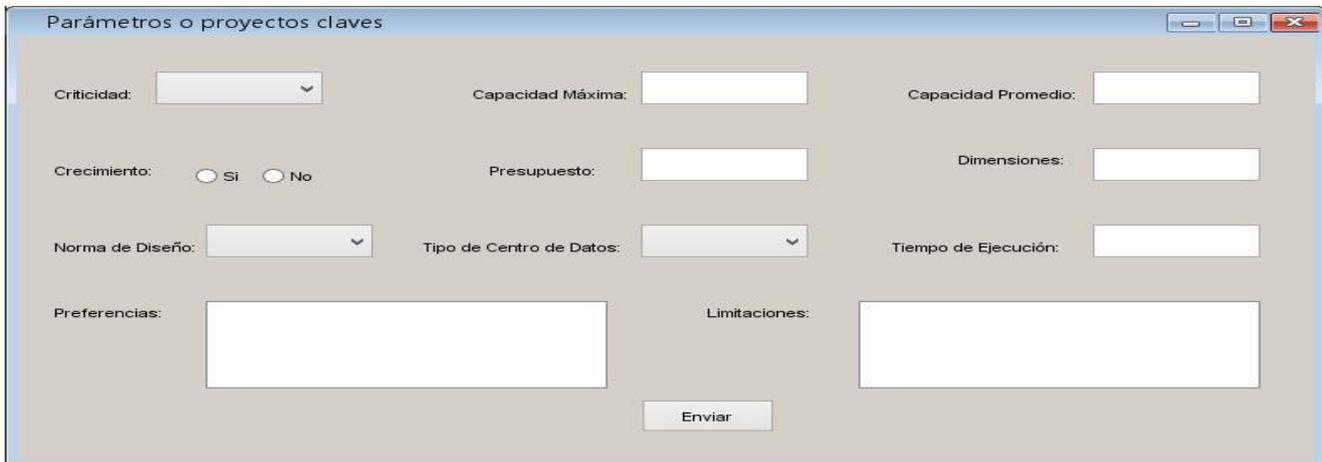
A continuación, se muestra la descripción del requisito funcional Establecer parámetros claves, el resto de las descripciones de los requisitos funcionales pueden consultarse en el **Anexo 6**.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Parámetros claves	Criticidad, capacidad, carga máxima, carga promedio, tipo de CD, norma de diseño, tiempo de

		ejecución, crecimiento, limitaciones y preferencias
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que existir un cuestionario respondido por el cliente, revisado y aceptado por gerente de proyecto.	Revisar cuestionario por el gerente.
Descripción	1- Establecer parámetros claves. 2- Seleccionar botón Enviar.	
Complejidad	Alta	
Validaciones	La capacidad máxima, capacidad promedio, crecimiento, criticidad, presupuesto, tipo de CD, tiempo de ejecución y norma de diseño no pueden ser vacíos. El presupuesto debe ser un número.	
Post-condiciones	Se han establecido los parámetros claves del proyecto.	
Post-requisito	Enviar a los especialistas, la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves revisados por el gerente de proyecto.	

Tabla 3 Descripción del requisito funcional Establecer parámetros claves.

Prototipo de interfaz de usuario del requisito funcional Establecer parámetros o proyectos claves:



The screenshot shows a web form titled "Parámetros o proyectos claves". It contains the following fields and controls:

- Criticidad:** A dropdown menu.
- Capacidad Máxima:** A text input field.
- Capacidad Promedio:** A text input field.
- Crecimiento:** Radio buttons for "Si" and "No".
- Presupuesto:** A text input field.
- Dimensiones:** A text input field.
- Norma de Diseño:** A dropdown menu.
- Tipo de Centro de Datos:** A dropdown menu.
- Tiempo de Ejecución:** A text input field.
- Preferencias:** A large text area.
- Limitaciones:** A large text area.
- Enviar:** A submit button at the bottom center.

Figura 4 Establecer parámetros o proyectos claves.

2.3.3 Requisitos no funcionales

Según Roger S. Pressman en la séptima edición del 2010 del libro Ingeniería de *software* define como requisitos no funcionales, en la mayoría de los casos: como las propiedades o cualidades que el sistema debe poseer. Sin embargo, desde otras aristas, pueden concebirse como las restricciones de las funcionalidades del sistema **(29)**. Los requisitos no funcionales son las características que hacen el sistema usable, confiable y rápido. Estos requisitos no aportan funcionalidades propias del sistema, pero son de gran importancia para el éxito del software y para lograr que este responda a las necesidades del cliente final. A continuación, se describen los requisitos no funcionales que establecen las características del sistema:

Requisitos no funcionales de Usabilidad	
RNF 1	El sistema podrá ser utilizado por usuarios con conocimientos básicos en el manejo de computadoras.
RNF 2	Cada campo de la interfaz tendrá siempre visible la opción de Ayuda.
Requisitos no funcionales de Portabilidad	
RNF 3	La solución debe de ser multiplataforma siendo compatible con los sistemas operativos Windows y Linux.
Requisitos no funcionales de Disponibilidad	
RNF 4	El sistema estará disponible las 24 horas los 7 días de la semana.
Requisitos no funcionales de Seguridad	
RNF 5	Se establecen roles con diferentes niveles de acceso.
RNF 6	Utilizar el protocolo SSL para garantizar la integridad de las comunicaciones entre el sistema y el usuario mediante los certificados digitales, que implican procesos de encriptación, autenticación y verificación.
Requisitos no funcionales de Portabilidad	
RNF 7	La solución debe de ser multiplataforma para los sistemas operativos Windows, Linux y Android.
Requisitos no funcionales de Interfaz	
RNF 8	Se deben usar letras no muy pequeñas y emplear buen contraste entre el fondo y el texto.
RNF 9	El sistema debe notificar al usuario ante la presencia de un error.
Requisitos de Software	

RNF 10	Las PC cliente deben tener instalado el navegador web Mozilla Firefox 50 en lo adelante y como sistema operativo Linux o Windows.
Requisitos de Hardware	
RNF 11	<p>Para garantizar un buen funcionamiento del sistema, el servidor donde estará desplegado el sistema deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ RAM: 4GB ➤ CPU: 8 núcleos ➤ Almacenamiento: 30GB como mínimo

Tabla 4 Requisitos no funcionales.

2.3.4 Validación de los requisitos

Una vez definidos todos los requisitos que tendrá el sistema, se hace necesario realizar la validación de los mismos lo que permitirá demostrar que la definición de los requisitos propuesta es realmente el sistema que el usuario necesita o el cliente desea (47).

Existen algunas técnicas que pueden aplicarse para la validación de los requisitos, por ejemplo: revisiones, auditorías, matrices de trazabilidad y prototipos.

Para validar los requisitos se utilizaron las siguientes técnicas:

- Prototipos: La misma se basa en obtener de la definición de requisitos, prototipos que, sin tener la totalidad de la funcionalidad del sistema, permitan al usuario hacerse una idea de la estructura de la interfaz del sistema, así como de su funcionamiento.
- Revisiones: Se realizan revisiones a los requisitos con el objetivo de verificar que cumplan con la calidad requerida, es decir, que sean consistentes y no ambiguos.

2.4 Arquitectura de la plataforma

La arquitectura de *software* conforma el esqueleto de cualquier sistema, y es la principal responsable de los atributos de calidad del sistema, de la misma se identifican los elementos más importantes de un sistema así como sus relaciones, es decir, dando una visión global del sistema (48).

La arquitectura de la plataforma es un híbrido entre el Modelo – Vista – Controlador en el front-end y n – capas, específicamente dos capas, una Capa de Servicios y otra Capa de Acceso a Datos en el back-end, como se muestra en la siguiente imagen:

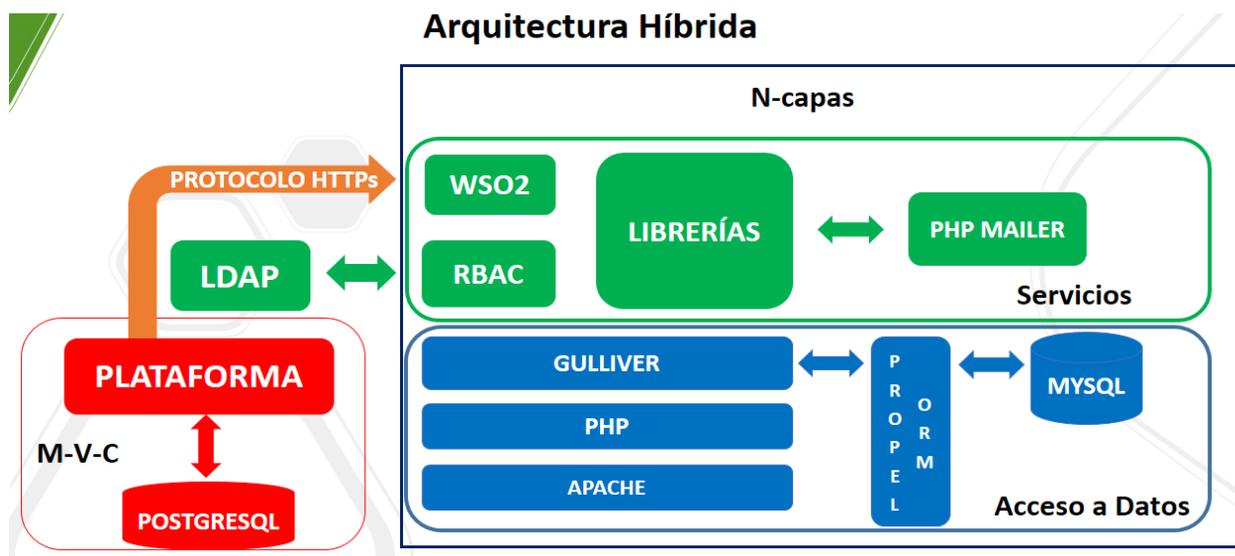


Figura 5 Arquitectura del Sistema.

Componentes de la arquitectura de la plataforma:

- ✓ Usa el *software* de mapeo relacional de objetos (ORM) **Propel** para mapear clases y bases de datos, el mismo es de código abierto escrito en PHP. Eso hace que el generado de aplicaciones sea compatible con varios sistemas de administración de bases de datos, incluyendo a *MySQL*, *PostgreSQL*, *Oracle* y *SQL Server*.
- ✓ Está diseñado en el marco de trabajo de **Gulliver** y usa los lenguajes de plantillas Smarty¹⁹.
- ✓ Utiliza **RBAC** para administrar roles de usuario y usando **LDAP** es capaz de administrar usuarios de alto nivel autenticación.
- ✓ Usa **WSO2**²⁰ para administrar servicios *web* con **SOAP**²¹ y así poder interconectar fácilmente con otras aplicaciones como ERP, CMS, DMS, CRM, *Email* y *software* de colaboración. Del servicio SOA se obtiene usuario y contraseña.
- ✓ Maneja **PHP Mailer** como motor de correo para el manejo de las notificaciones.

¹⁹ Es un motor de plantillas para PHP. Se encuentra bajo la Licencia Pública General Reducida de GNU.

²⁰ Compañía que desarrolla aplicaciones de software abierto enfocadas a una Arquitectura Orientada a Servicios.

²¹ Simple Object Access Protocol en español Protocolo de Acceso de Objetos Simples.

- ✓ Es fácil de implementar: 100% basado en la *web*, aunque está optimizado para Mozilla Firefox.
- ✓ Está escrito en el lenguaje PHP y utiliza como servidor *web* Apache.

2.5 Patrones de diseño para el modelado de workflow

Este tipo de patrones capturan los aspectos elementales para el control de procesos y los mismos se han convertido en un estándar, no solo como formas normalizadas de encarar la solución de las situaciones que estos patrones atacan, sino también como una forma de evaluar la capacidad de las herramientas de *Workflow*, de acuerdo a su capacidad para implementar en forma natural dichos patrones (49). A continuación, se expondrán los empleados en la solución de la problemática planteada:

Patrones de control:

- ✓ Patrón: Secuencia

Una actividad en un proceso de Workflow es habilitada después de ser completada otra actividad en el mismo proceso. Este patrón se implementa por defecto en cada actividad. O sea, los conectores entre tareas implican precedencia, salvo que se explicita lo contrario. **Ver Anexo 7.**

- ✓ Patrón: Separación en paralelo (también llamado AND/Split)

Dos o más actividades de un proceso se ejecutan en paralelo. En un punto del proceso de *Workflow*, el hilo de control se divide en múltiples hilos de control, habilitando la ejecución de las tareas en paralelo y sin restricciones de orden entre ellas.

- ✓ Patrón: Sincronización

Una actividad es iniciada cuando dos o más hilos completan la ejecución de sus actividades. En un punto del proceso, dos o más hilos de control convergen en un solo hilo. **Ver anexo 9.**

- ✓ Patrón: Opción exclusiva (XOR-Split)

En un punto del proceso, una o más de sus ramas son seleccionadas en base a los datos de control del proceso. **Ver anexo 10.**

Patrones Estructurales

- ✓ Patrón: Ciclos Arbitrarios

Se trata de un punto en el proceso donde una o más actividades pueden ser realizadas en forma repetitiva.
Ver anexo 11.

2.6 Modelo de Datos

Un modelo de datos es un lenguaje utilizado para la descripción de una base de datos. Por lo general, permite describir los elementos que intervienen en una realidad o problema dado y la forma en que se relacionan dichos elementos entre sí (47).

Las herramientas que se utilizan para dar solución a la situación problemática de este trabajo de diploma cuentan con su propio modelo de datos. El modelo de datos que utiliza el back-end de la plataforma cuenta con un total de 139 tablas y el del front-end con 76 tablas.

Entre las principales tablas utilizadas en el back-end de la solución se encuentran:

- ✓ **bpmn_project:** contiene la información principal de los procesos creados tales como nombre, identificador, fecha de creación, autor, descripción del proceso, etc.
- ✓ **rbac_users_roles:** se almacenan los roles y sus identificadores.
- ✓ **bpmn_activity:** la información que aquí se almacena está relacionada con las actividades modeladas en la plataforma, de ellas se recoge identificador, nombre, descripción, tipo de actividad, entre otras.
- ✓ **bpmn_event:** los datos que aquí se recogen respecto al evento son nombre, identificador, condición para que se ejecute, tipo y duración del evento, etc.
- ✓ **users:** se guarda toda la información relacionada con los usuarios que son insertados en la plataforma como: identificador, nombre, apellidos, rol, correo, dirección, etc.
- ✓ **input_document:** se almacena toda la información relacionada con los documentos de entrada de la plataforma como identificador, nombre, variables, formato, descripción, título y dirección donde se almacena en el gestor documental.
- ✓ **output_document:** se guarda toda la información relacionada con los documentos de salida de la plataforma como identificador, nombre, variables, formato, descripción, título y dirección donde se almacena en el gestor documental.

- ✓ **dynaform:** se recoge todo lo asociado a los formularios creados como descripción, título, identificador, nombre, variables, campos que contiene, entre otras.

Para ver el total de tablas de la base de datos en MySQL utilizadas por la plataforma y las más usadas por el proceso implementado en el back-end llamado “Planeación y Diseño de un Centro de Datos”. **Ver anexo 13.**

Entre las principales tablas utilizadas por el front-end se encuentran:

- ✓ **users:** almacena toda la información relacionada con los usuarios que son creados, como su usuario, contraseña, correo, entre otras.
- ✓ **users_roles:** en esta tabla se relacionan los usuarios con los roles que tienen asignados.
- ✓ **role:** guarda el nombre de los roles creados y con que usuario esta relacionado.
- ✓ **role_permission:** almacena los permisos que se le pueden asignar a cada rol creado.
- ✓ **node:** contiene la información básica y común de todos los contenidos y además, es el origen y destino de la mayoría de operaciones que realizan.

Para observar el *schema* de la base de datos de drupal consultar el **anexo 14.**

2.7 Conclusiones parciales

En este capítulo se abordaron una serie de aspectos correspondientes al análisis y diseño de la plataforma para la planeación y el diseño del ciclo de vida de un CD llegándose a las siguientes conclusiones:

- La representación y descripción de los artefactos generados garantizaron un mejor entendimiento de los flujos de trabajos presente en el proceso de planeación y diseño de un CD.
- La especificación de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, dieron paso a una mejor comprensión, por parte de los autores, de los resultados que se pretenden obtener de una manera precisa y sirvieron de guía para la implementación del sistema.
- La definición de la arquitectura permitió establecer las bases para un mejor entendimiento de cómo se relacionan los componentes de la plataforma.

Capítulo 3: Desarrollo y evaluación de la plataforma para la planeación y diseño de un CD

En este capítulo se define el diagrama de despliegue para representar físicamente sus componentes y como se relacionan. Se presentan los estándares de codificación, citando ejemplos mediante ilustraciones. Además, se plantean las pruebas a realizar y sus resultados para la evaluación de la solución.

3.1 Diagrama de Despliegue

El diagrama de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema. Se utiliza como entrada principal en las actividades de diseño e implementación, debido a que la distribución del sistema tiene una influencia principal en su diseño (50).

El diagrama de despliegue propuesto para el presente trabajo de diploma cuenta con 7 nodos físicos para su ejecución. Primeramente, se encuentra la PC_Cliente que se comunica a través del navegador *web* utilizando HTTPs con el *Front-End* que se encuentra implementado en Drupal, contando con una base de datos desarrollada con PostgreSQL conectándose a través de TCP/IP mediante ssl. El *Front-End* se conecta mediante un *servicio SOAP* con el *Back-End*. El mismo consiste en la utilización del Gestor de Procesos ProcessMaker para modelar el flujo de la planeación y el diseño de un CD y utiliza como base de datos MySQL.

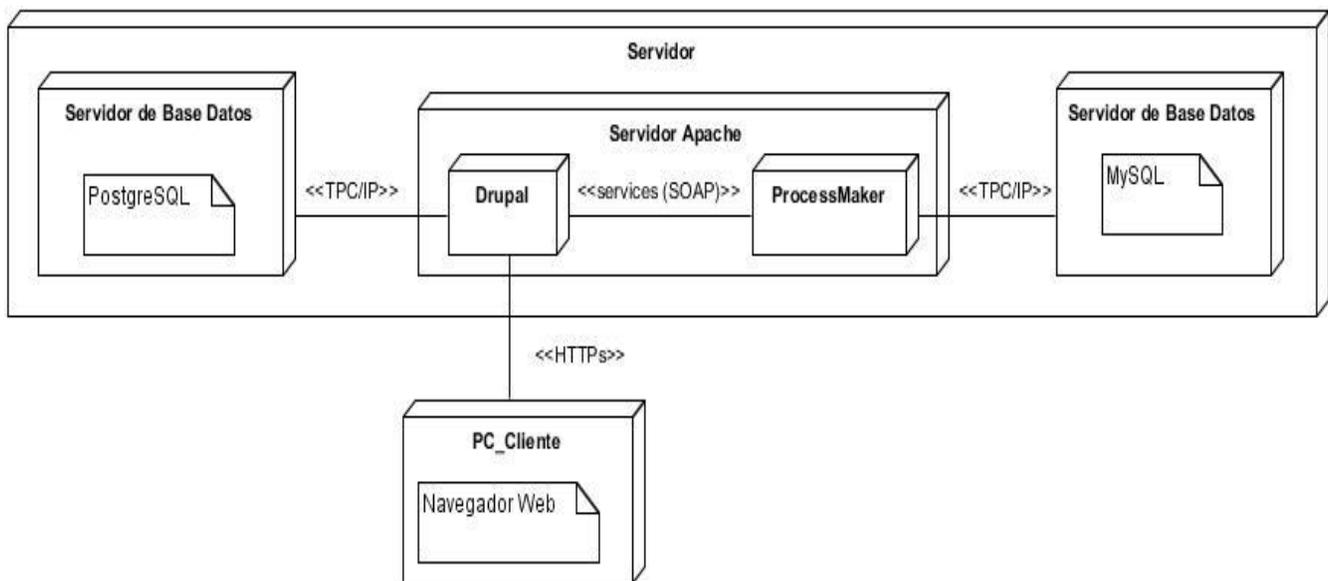


Figura 6 Diagrama de Despliegue

3.2 Estándares de codificación

Los estándares de código resultan importantes en cualquier proyecto de desarrollo los mismos ayudan a asegurar que el código tenga una alta calidad, menos errores, pueda ser mantenido fácilmente y sea legible. Para el desarrollo del front-end se utilizan los estándares de codificación definidos por Drupal en (51). A continuación, se explican y ejemplifican los estándares de codificación utilizados para la plataforma.

Indentación y espacios en blanco

Consiste en insertar espacios en blanco o tabuladores en determinadas líneas de código para facilitar su comprensión. Se usa una indentación de dos espacios en blanco sin usar tabuladores, se evita usar espacios en blanco al final de cada línea. Se muestra como luego de la estructura de control if se utilizan dos espacios en blanco para la sentencia que corresponde a esta estructura.

```
|if ($login['error']) {  
    $account = user_load($user->uid);  
    $wf_obj->createUser(array(  
        'userId' => $user->name,  
        'firstname' => $account['field_nombre']
```

Figura 7 Ejemplo de indentación utilizada

Operadores

Todos los operadores binarios como: +, -, !, =, ==, >, deben tener un espacio antes y después del operador, los operadores unarios como ++, no utilizan espacios entre el operador y la variable.

```
$output = '';  
$wf_pass = @$_SESSION['wf_pass'];  
$iframe = "<iframe id='ventanilla' src='%s'></iframe>";
```

Figura 8 Ejemplo de uso de operadores

Estructuras de control

Las estructuras de control incluyen if, for, while, switch, entre otros. Las mismas deben presentar un espacio entre la palabra de control (if, for) y el paréntesis que abre, para distinguirlos de las llamadas a las funciones.

La llave de apertura ({} se situará en la misma línea que la definición de la estructura de control, separada por un espacio como se demuestra en la Figura 14

```
if (!$login['error']) {  
    return sprintf($iframe, "?q=wf-ventanilla");  
}
```

Figura 9 Ejemplo de uso de estructura de control

Arreglos (arrays)

Los valores dentro de un *array* (o matriz) se deben separar por un espacio (después de la coma que los separa). El operador => debe separarse por un espacio a ambos lados. Cuando la línea de declaración del array supera los 80 caracteres, cada elemento se debe escribir en una única línea, indentándolo una vez (2 espacios). En este último caso, la coma de separación del último elemento también se escribirá, aunque no existan más elementos como se demuestra en la siguiente figura.

```
$form['wsdl_user_admin_nick'] = array(  
    '#type' => 'textfield',  
    '#title' => t('Usuario administrador'),  
    '#description' => t('Nombre de usuario del administrador  
del servicio wsdl.'),  
    '#default_value' => variable_get('wsdl_user_admin_nick',  
'admin'),  
    '#required' => true  
);
```

Figura 10 Ejemplo de declaración de una array

Longitud de líneas

En general las líneas de código no deben contener más de 80 caracteres.

```
global $user;  
$wf_server = variable_get('wf_server', '10.12.174.11|4:82');  
$ssl = variable_get('wf_server_ssl', false);  
$wf_pass = $_SESSION['wf_pass'];
```

Figura 11 Ejemplo de longitud de líneas con menos de 80 caracteres

Llamadas a funciones

Las funciones deben ser llamadas sin espacios entre el nombre de la función, el paréntesis que abre y el primer argumento de la función. Se separan los argumentos por un espacio, y no se utilizan espacios entre el último parámetro, el paréntesis que cierra y el punto y coma.

```
$tasks = variable_get('anonimo_tasks', array());
```

Figura 12 Ejemplo de llamada a una función

3.3 Evaluación de la propuesta de solución

Según el Proceso de Desarrollo de Software (PRODESOF), el objetivo principal de las pruebas es asegurar que la herramienta cumpla con las especificaciones requeridas y eliminar los posibles defectos que esta pudiera tener. Se van a realizar pruebas funcionales mediante el método de caja negra a las funcionalidades de la plataforma, de seguridad mediante Acunetix y de rendimiento con JMeter.

3.3.2 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra, también llamadas pruebas de comportamiento, se enfocan en los requerimientos funcionales del software; es decir, las técnicas de prueba de caja negra le permiten derivar conjuntos de condiciones de entrada que revisarán por completo todos los requerimientos funcionales para un programa. Las pruebas de caja negra no son una alternativa para las técnicas de caja blanca. Las pruebas de caja negra intentan encontrar errores en las categorías siguientes: 1) funciones incorrectas o faltantes, 2) errores de interfaz, 3) errores en las estructuras de datos o en el acceso a bases de datos externas, 4) errores de comportamiento o rendimiento y 5) errores de inicialización y terminación (52).

Resultado de las pruebas:

Descripción del requisito Autenticar usuario:

No.	Nombre del campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Usuario	Campo texto	No	Se inserta una cadena de texto de no más de 15 caracteres, puede tener valores alfanuméricos, pero no caracteres extraños

2	Contraseña	Campo texto	No	Se inserta la contraseña de usuario, que no puede tener menos de 8 caracteres
---	------------	-------------	----	---

Tabla 5 Variables empleadas en el requisito Autenticar usuario.

Juego de datos a probar

Las celdas de la tabla contienen V (indica válido), I (indica inválido), N/S (No es necesario llenar).

Escenario	Descripción	V1	V2	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Autenticar usuario correctamente	El usuario introduce los datos correctamente	V	V	El sistema entra a la página inicio	1- El usuario accede al sistema 2- Llenar los campos correspondientes y seleccionar la opción entrar
		admin	admin1991		
EC 1.2 Campos vacíos	El usuario deja uno o más campos vacíos	V	I	Se muestra el mensaje: * Rellenar este campo	
		admin	Vacío		
		V	I		
		Vacío	admin1991		
		I	I		
		Vacío	Vacío		
EC 1.3 Autenticar usuario incorrectamente	El usuario introduce los datos incorrectamente	V	I	El sistema no deja entrar	
		admin	Ad1569		
		I	V		
		Admin_5	admin1991		
		I	I		
		Admin_5	Ad1569		

Tabla 6 Tabla 4. Descripción de prueba para el requisito Autenticar usuario

Descripción del requisito Realizar Solicitud (Persona Natural):

No.	Nombre del campo	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Nombre	Campo texto	No	Se inserta una cadena de texto de no más de 15 caracteres.
2	Apellidos	Campo texto	No	Se inserta una cadena de texto de no más de 15 caracteres.
3	Fecha	Date time	No	El sistema automáticamente le coloca la fecha en que realiza le solicitud.
4	Hora	date time	No	El sistema automáticamente le coloca la hora en que realiza le solicitud.
5	Correo	Campo texto	No	Se inserta el correo de la persona que realiza la solicitud.
6	Cuenta CUP	Campo texto	No	Se inserta la cuenta en moneda nacional de la persona y en caso de no tener debe poner 0000-0000-0000-0000.
7	Cuenta CUC	Campo texto	No	Se inserta la cuenta en divisa de la persona y en caso de no tener debe poner 0000-0000-0000-0000.
8	Teléfono	Campo texto	Si	Se inserta el número de teléfono de la persona no mayor de 10 dígitos.
9	Dirección	Área de texto	No	Se coloca la dirección donde está radicando la persona que desea el servicio.
10	Objetivo de la Solicitud	Área de texto	No	Se inserta el objetivo de la solicitud en un texto explicado brevemente.

Tabla 7 Descripción de variables del RF Realizar Solicitud

Id (EP)	Escenario	Var 1	Var 2	Vari 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8	Var 9	Var 10	Respuesta del sistema
		NP	AP	Fecha	Hora	Correo	CUP	CUC	Teléfono	Dirección	Objetivo	
1	Realizar Solicitud correctamente.	Michel	Leal Bauta	12/4/2018	10:14 am	mbauta@xetid.cu	0000-0000-0000-0000	1234-1234-1234-1234	078372801	Calle 159 entre 180/182, Rpto Iglesias, Matanzas.	Necesito un centro de datos para mejorar el rendimiento de mi empresa.	El sistema continúa correctamente con el flujo del proceso y se activa la siguiente actividad.
2	Realizar Solicitud incorrectamente.	Vacío o incorrecto el campo	Incorrecto el campo	Vacío o incorrecto el campo	Vacío o incorrecto el campo	El sistema no permite que se realice la actividad que le sigue y te muestra un mensaje de error.						

Tabla 8 Juego de datos a probar RF Realizar Solicitud

Resultado de las pruebas funcionales

Después del análisis de los escenarios de pruebas se detectaron en las 2 iteraciones realizadas un total de 13 no conformidades. En la primera iteración se obtuvieron 13 no conformidades que fueron resueltas, la segunda iteración y final no se detectaron no conformidades. En la Figura 12 se muestran los resultados por cada iteración realizada al sistema.

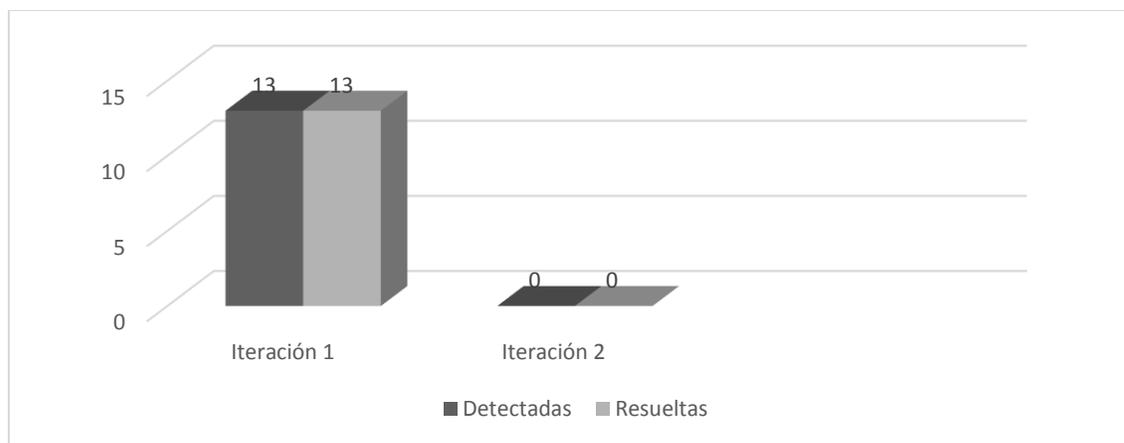


Figura 13 Resultado de las pruebas funcionales.

Las no conformidades identificadas durante el proceso de pruebas son:

- Los datos incorrectos introducidos por los usuarios son guardados en las bases de datos sin realizar una validación previa (4)
- Presencia de errores ortográficos en nombre de campos y encabezados de formularios (7)
- Los mensajes de error que devuelve el sistema presentan problemas de idioma (2)

Las no conformidades de los mensajes de error estaban relacionadas con problemas de acentuación, para resolverlo se instaló un nuevo paquete de idioma más actualizado en el ProcessMaker. Para corregir las no conformidades correspondientes con la introducción de valores incorrectos que son guardados en la base de datos sin validación previa, se validaron los campos mediante el uso de expresiones regulares. Para solucionar las no conformidades relacionadas con los errores en los nombres de campos y encabezados de

formularios se realizó una búsqueda detallada de errores ortográficos hasta corregir cada uno de ellos.

3.3.3 Prueba de Rendimiento: carga y estrés

Prueba de carga: La intención de la prueba de carga es determinar cómo responderán la aplicación y su entorno del lado servidor a varias condiciones de carga. Se definen un conjunto de condiciones de prueba tales como el número de usuarios concurrentes, el número de transacciones en línea por unidad de tiempo y la carga de datos procesados por el servidor en cada transacción. (52)

Prueba de resistencia (estrés): La prueba de esfuerzo es una continuación de la prueba de carga, pero en esta instancia las variables: números de usuarios concurrentes, el número de transacciones en línea por unidad de tiempo y la carga de datos procesados por el servidor en cada transacción; se fuerzan a satisfacerse y luego se superan los límites operativos (52).

Resultado de la prueba:

Se realiza la selección de las funcionalidades del sistema a ser analizadas. A continuación, se relacionan las funcionalidades seleccionadas para ser parte de la muestra a estudiar con la herramienta JMeter:

- Realizar solicitud (Persona Natural).
- Aprobación de Solicitud.
- Responder cuestionario.

Las características de la estación de trabajo en las que se realizarán las pruebas de rendimiento son las siguientes:

- Memoria de 4 GB RAM.
- Microprocesador Intel Celeron.
- Disco duro de 500GB.
- Mozilla Firefox 59

Las características del servidor en el cual está instalada la plataforma son las siguientes:

- Memoria RAM 4GB
- CPU: 8 núcleos
- Almacenamiento 30 GB
- ProcessMaker 3.2
- Drupal 7.54
- Apache 2.4
- PHP 5.6.28
- MySQL 5.5.53
- PostgreSQL 9.4

A continuación, en la **Tabla 11** se muestran los resultados obtenidos, que fueron extraídos de las pruebas realizadas al sistema en la herramienta JMeter.

Aplicado a:	Usuarios (Muestras)	Tiempos de ejecución(ms)				%Error	Rendimiento	
		Mín.	Máx.	Media	Mediana		Pet/seg	Kb/seg
Realizar solicitud (Persona Natural).	50	1	104	73	10	0.00	40	170
	100	1	1341	263	15	0.01	263	1363
	300	1	5102	350	27	0.03	365	1943
Aprobación de Solicitud.	50	1	785	60	15	0.00	114	147.9
	100	1	1248	588	22	0.02	198.9	272
	300	1	1186	650	31	0.05	206.6	282.5
Responder cuestionario.	50	1	692	283	16	0.00	135.2	613.8
	100	1	1410	306	23	0.04	223.8	1012.6
	300	1	2060	430	34	0.08	325.7	1547.1

Tabla 9 Resultados de las pruebas de rendimiento

Como resultado de esta pruebas como se muestra en la tabla anterior a una muestra de 300 usuarios conectados concurrentes realizando los tres requisitos funcionales descritos, la media de respuesta del sistema es de 0.4 s con un por ciento de error 0.08%, esto quiere decir que a medida que aumenta la cantidad e usuario conectados concurrentemente el porcentaje de error aumenta y lo que permitió determinar que a una muestra de 5000 usuarios el por ciento de error es de 100%, y el sitio deja de funcionar.

3.3.4 Prueba de Seguridad

Las pruebas de seguridad se aplican para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos. Constituye una de las principales pruebas que permiten identificar ataques de seguridad y posibles amenazas mediante vulnerabilidades existentes en el sistema (53).

Resultado de las pruebas:

Las pruebas de seguridad garantizan que los usuarios estén restringidos a funciones específicas o que su acceso esté limitado únicamente a los datos que están autorizados a acceder. El objetivo fundamental de este tipo de pruebas es comprobar los niveles de seguridad lógica del sistema. Para evaluar la seguridad de la aplicación se empleó la herramienta Acunetix Web Vulnerability Scanner la cual arrojó las siguientes vulnerabilidades.

Categoría de vulnerabilidades	Descripción	Cantidad de errores
Información sobre configuración de apache	Cuando está habilitado la directiva <Location /server-info> se muestra información sobre la configuración de Apache. Esto podía incluir información confidencial, como la versión del servidor, las rutas del sistema, los nombres de las bases de datos, la información de la biblioteca.	1

Información sobre estado de apache	Cuando está habilitado la directiva <Location /server-status> se muestra información sobre el rendimiento del servidor, como el tiempo de actividad del servidor, la carga del servidor, las solicitudes HTTP actuales y las direcciones IP del cliente.	1
El método TRACE está activado	El método HTTP TRACE está habilitado en este servidor web. En presencia de otras vulnerabilidades entre dominios en los navegadores web, la información del encabezado podría leerse desde cualquier dominio que admita el método HTTP TRACE	1
Cookie de sesión sin el conjunto de banderas seguras	Esta cookie no tiene el conjunto de banderas seguras. Cuando se establece una cookie con el indicador de seguridad, le indica al navegador que solo se puede acceder a la cookie a través de canales SSL seguros. Esta es una protección de seguridad importante para las cookies de sesión.	3
Cookie de sesión sin el conjunto de banderas HttpOnly	Esta cookie no tiene el indicador HTTPOnly establecido. Cuando una cookie se configura con el indicador HTTPOnly, le indica al navegador que el servidor solo puede acceder a la cookie y no a los scripts del lado del cliente. Esta es una protección de seguridad importante para las cookies de sesión.	2
Total		8

Tabla 10 Resultado de las pruebas de seguridad empleando Acunetix

En la primera iteración del nivel 2, de los 3 establecidos por los especialistas de seguridad de la UCI, se detectaron a través de la herramienta empleada 0 no conformidades altas, 2 no conformidades medias y 6 no conformidades bajas para un total de 8 no conformidades.

En la segunda iteración no se encontraron no conformidades que afecten la seguridad de la aplicación.

Los resultados obtenidos con las pruebas aplicadas demuestran que las vulnerabilidades encontradas dependen del servidor web donde está alojada la plataforma y no corresponden a problemas críticos de seguridad. Para solucionar estos problemas se realizaron las siguientes acciones:

- Para desactivar el método TRACE se añadió al final del fichero de configuración de apache la siguiente línea: TraceEnable off.
- Para no mostrar información sobre el servidor apache se comenta en el archivo httpd.conf la siguiente línea: #LoadModule info_module modules/mod_info.so.
- Para no mostrar estado del servidor se comenta en el archivo httpd.conf la siguiente directiva: <Location /server-status>.
- Para Cookie de sesión sin el conjunto de banderas seguras y HttpOnly se añadió al final del fichero httpd.conf la siguiente línea: Header edit Set-Cookie ^(.*)\$ \$1;HttpOnly;Secure.

3.3.5 Evaluación de la Idea a Defender

Para evaluar la confiabilidad de la idea a defender de la investigación se aplica el Criterio de Expertos mediante el método Delphi. Este método consiste en una técnica de obtención de información, basada en la consulta de expertos en un área de estudio, con el fin de obtener la opinión de consenso más fiable proveniente del conocimiento y la experiencia de los participantes del grupo (54).

Para aplicar el método Delphi se emplearán los pasos siguientes:

- Planificación del Criterio de Expertos.
- Elaboración y aplicación de las Encuestas.
- Procesamiento y análisis de la Información.

Todos estos pasos serán descritos a continuación para mostrar los resultados que fueron arrojados luego de llevar a cabo la aplicación del método en la propuesta de solución y para demostrar la validez de la idea a defender y dar cumplimiento al objetivo propuesto.

Paso 1: Planificación del Criterio de Expertos

Es necesario definir correctamente a los especialistas en el tema de planeación y diseño de CD que formarán parte del equipo que evaluará y aprobará la idea a defender.

Para realizar la selección de los expertos se tuvieron en cuenta varias características:

- Competencia.
- Creatividad.
- Capacidad de análisis.
- Disposición a participar en la encuesta.
- Honestidad.

Los expertos que se seleccionarán deben ser personas conocedoras del tema, con reconocida competencia y con experiencia que garanticen la confiabilidad de los resultados, que sean creativos y que estén interesados en participar en la evaluación de la encuesta, se valora su capacidad de análisis y pensamiento lógico. Se realizó una encuesta (**Ver Anexo 14**) para conocer su conocimiento y argumentación sobre la planeación y el diseño de CD.

Para verificar el nivel que tienen los expertos sobre la AI se determinó el Coeficiente de competencia (K) a partir de su conocimiento o información sobre el tema (Kc) y el Coeficiente de argumentación o valoración (Ka) mediante la siguiente fórmula: $K = 1/2 (k_c + k_a)$. La interpretación de los coeficientes de competencias es la siguiente:

- Si $0,8 < k < 1,0$ Coeficiente de competencia alto.
- Si $0,5 < k < 0,8$ Coeficiente de competencia medio.
- Si $k < 0,5$ Coeficiente de competencia bajo.

Para determinar el coeficiente de conocimiento o información (Kc) el experto marcará en la casilla enumerada, que se encuentra en la encuesta de autovaloración, según su criterio acerca de la capacidad que él tiene sobre el tema que se la ha sometido a su consideración, en una escala del 1 al 10 y que después para ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplicará por 0,1.

Para determinar el coeficiente de argumentación o valoración (Ka) se ofrece una tabla con cierta información (encuesta de autovaloración). El experto debe marcar, según su criterio, los elementos que le permiten argumentar su evaluación del nivel de conocimiento

seleccionado anteriormente. Las marcas de los expertos se traducen a puntos teniendo en cuenta la escala que se muestra en la siguiente tabla de escalas:

	Fuentes	Alto	Medio	Bajo
P1	Análisis teóricos realizados por usted.	0.3	0.2	0.1
P2	Su experiencia obtenida.	0.4	0.3	0.2
P3	Trabajos de autores nacionales.	0.4	0.3	0.2
P4	Trabajos de autores extranjeros.	0.4	0.3	0.2
P5	Su conocimiento del estado del problema en el extranjero.	0.4	0.3	0.2
P6	Su intuición.	0.4	0.3	0.2

Tabla 11 Escalas de puntuación

El resultado de la encuesta se muestra en la siguiente tabla:

No.	Expertos	Conocimiento	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Ka	Kc	K	Competencia
1	E1	4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	0.4	0.75	MEDIO
2	E2	8	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	2.1	0.8	1.45	ALTO
3	E3	4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	0.4	0.75	MEDIO
4	E4	10	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.3	1	1.65	ALTO
5	E5	7	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	1.9	0.7	1.3	ALTO
6	E6	10	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.3	1	1.65	ALTO
7	E7	8	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.6	0.8	1.2	ALTO

Tabla 12 Patrón para el cálculo de Coeficiente de argumentación o fundamentación

Se seleccionaron los expertos con un nivel de competencia Alto, como se evidencia en la Tabla 14.

Nombre y Apellidos	Centro y División	Años de experiencia
Abel Ernesto Cuadrado	Centro de Datos de la División de Servicios Informáticos Integrales	8
Adriel Betancourt López	Centro de Datos de la División de Servicios Informáticos Integrales	7

Carlos Joaquín Llanes	Centro de Procesamiento de Datos de Servicios Profesionales	14
Dany Esquijarosa Bonilla	Centro de Datos de la División de Servicios Informáticos Integrales	10
Maiby Perez Rodríguez	Centro de Datos de la División de Servicios Informáticos Integrales	8

Tabla 13 Información sobre los expertos encuestados

Definición de los indicadores:

Para realizar la validación o evaluación de la plataforma primeramente se definen los indicadores o atributos que serán evaluados por los expertos. A partir de estos se confecciona un cuestionario de preguntas mediante el cual los expertos expresarán su juicio o valoración en relación a la guía propuesta.

Los indicadores identificados son:

1. Novedad de la propuesta de solución.
2. Necesidad de empleo de la solución.
3. Fiabilidad
4. Disponibilidad.
5. Impacto en el área para la cual está destinada la propuesta de solución.
6. Rendimiento.
7. Organización en las interfaces.
8. Interfaces amigables e intuitivas.

Elaboración y aplicación del cuestionario:

Para la validación de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD se realizó un cuestionario (**Ver Anexo 15**). Los expertos recibieron antes de dar respuesta al mismo una documentación básica pero contundente sobre el problema y el *link* de acceso a la aplicación para que pudieran responder el cuestionario.

Cuando se seleccionan los expertos, se les debe aplicar la encuesta para que puedan evaluar la plataforma, mediante la elaboración de preguntas claras, entendibles, sencillas y precisas para respaldar lo abordado en la misma. Estas preguntas no debe tener

ambigüedades y que sean tanto, del tipo cuantitativas para realizar cálculos con los resultados, como cualitativas para que puedan dar sus opiniones.

Análisis y procesamiento de los resultados.

Establecimiento de la concordancia de los expertos.

El coeficiente de concordancia de Kendall se obtiene aplicando la fórmula:

$$W = \frac{S}{k^2(N^3 - N)}$$

S: Suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de S_j (rangos), esto es:

$$\sum_{j=1}^n (S_j - \bar{S})^2 \text{ donde } \bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{N}$$

N: Número de entidades, (objetos, individuos) ordenados.

K: Número de conjuntos de rangos, es decir, número de expertos.

Cuando se tienen más de dos expertos, entonces los rangos se calculan sumando todos los valores de cada fila (R_j). Se le asignan valores a las diferentes categorías:

Valor 5	Valor 4	Valor 3
Muy novedosa	Novedosa	No es novedosa
Muy necesaria	Necesaria	No se necesaria
Muy fiable	Fiable	No es fiable
Mucho Impacto	Impactante	No tiene impacto
Excelente rendimiento y disponibilidad	Buen rendimiento y disponibilidad	No tiene rendimiento y ni disponibilidad
Muy intuitivas	Intuitivas	No son intuitivas
Muy organizadas	Organizadas	Mal organizadas

Tabla 14 Rango de los valores para el cálculo del coeficiente de Kendall

En dependencia de la evaluación que el experto de a cada pregunta será el valor asociado que se pondrá en la tabla que se muestra a continuación, la cual contiene el resultado de convertir las evaluaciones en valores para obtener los rangos:

Experto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Rj
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

E1	5	5	5	5	5	5	5	4	39
E2	5	4	5	5	5	5	5	4	39
E3	5	5	5	5	5	5	5	4	38
E4	4	5	5	5	5	5	4	4	39
E5	5	5	5	5	5	5	5	4	37
Total	24	24	25	25	25	25	24	20	192

Tabla 15 Concordancia de los expertos

Cálculo del Coeficiente de Kendall (W).

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{N}$$

Donde N = 5

Por lo tanto quedaría:

$$\bar{S} = 38.4$$

$$S = \sum_{j=1}^n (S_j - \bar{S})^2$$

$$S = 153.6$$

Luego:

$$K = 5 \text{ y } N = 8$$

$$W = 0.0121$$

W expresa el grado de concordancia entre los 5 expertos al dar un orden evaluativo a las preguntas sometidas a valoración. Este coeficiente siempre será positivo y estará comprendido entre los valores de cero y uno.

Cálculo del Chi Cuadrado Real.

$$X^2 = K(N - 1)W$$

$$X^2 = 0.4235$$

Si

$$X^2_{real} < X^2(\alpha, N - 1)$$

Luego se halla el X^2 tabulado en la tabla del percentil de la distribución X^2 (**Ver Anexo 16**) con un nivel de significación α y $n - 1$ grados de libertad, representada por: $\alpha = 0.1$ para un nivel de confianza del 90% y $n=7$.

Como $0.4235 < 12.02$, por tanto se puede concluir que hay concordancia entre los expertos y es aceptada la propuesta de solución.

Según los cálculos anteriormente realizados:

- El 96 % de los expertos considera que la propuesta de solución es novedosa y es necesario contar con una plataforma para realizar la planeación y el diseño de un CD.
- El 100% considera que la plataforma presenta gran fiabilidad, disponibilidad, rendimiento y posee gran impacto para el área que está destinada.
- El 100% considera que son de gran importancia las actividades que se definieron para el arquitecto de información.
- El 96% considera que las interfaces de la plataforma para planeación y diseño de un CD están organizadas.
- El 80 % considera que sus interfaces son intuitivas.

3.4 Conclusiones parciales

En este capítulo se abordaron una serie de aspectos correspondientes a la implementación y evaluación de la plataforma para la planeación y el diseño de un CD llegando a las siguientes conclusiones:

- La elaboración del diagrama de despliegue permitió identificar la disposición física de los artefactos de la plataforma web a desarrollarse.
- La prueba de caja negra realizada demuestra que las funcionalidades desarrolladas es tan correctas y listas para ser utilizadas.
- La ejecución de pruebas a la plataforma permitió detectar las deficiencias presentes, subsanarlas en el menor tiempo posible y ofrecer una aplicación con mayor seguridad y rendimiento.

Conclusiones Generales

Una vez completada la presente investigación, se puede concluir que:

- El estudio de la guía práctica de Schneider Electric de como se debe realizar la planeación y el diseño de un CD permitió determinar las características que constituyen la base para el diseño de las funcionalidades que se definen en la propuesta de solución.
- Se diseñaron los artefactos correspondientes a la fase de análisis y diseño lo que permitió un mayor entendimiento del proceso a informatizar.
- La implementación de la plataforma web para la planeación y el diseño de un CD utilizando las herramientas estudiadas permitió solucionar el problema existente planteado en la problemática de la presente investigación.
- La correcta realización de las pruebas a la plataforma web permitió detectar y corregir los errores presentes en la propuesta de solución.
- Se logró evaluar la plataforma para la planeación y el diseño de un CD teniendo en cuenta los criterios emitidos por un grupo de expertos los cuales la catalogaron positivamente.

Recomendaciones

Una vez concluida la investigación y el desarrollo de la propuesta de solución, el autor del presente trabajo recomienda:

- ✓ Implementar una funcionalidad que permita el registro de usuarios en el ProcessMaker desde el Front-End.
- ✓ Realizar el Front-End con Angularjs y conectarlo al ProcessMaker mediante la API Rest del mismo o realizar el módulo de conexión de drupal del Front-End de la plataforma con el Back-End en drupal 8.

Referencias

1. **Bisci.** *ANSI/BICSI 002-2014 Óptimas prácticas de diseño e implementación del centro de datos.* Tampa : s.n., 2014.
2. **Telecommunications Industry Association.** *TIA Standard.* U.S.A : s.n., 2005.
3. **Switch.** Switch. *Switch.* [En línea] 2017. [Citado el: 22 de 11 de 2017.] <https://www.switch.com/tier-5/>.
4. **Complethost Soluciones Internet.** 2014.
5. *Planeación Estratégica de Recursos Humanos.* **Mejía, Lic. Rodolfo Caldera.** Nicaragua : s.n., 2004.
6. **Ponce, Agustín Reyes.** *Administración Moderna.* México : Limusa, 2007. ISBN-13: 978-968-184214-7.
7. *El concepto de diseño en el taller de diseño: reflexiones teóricas.* **Ramos, Dra. Eugenia Sánchez.** 4, Puebla : s.n., 2012. ISSN: 2007 - 3151.
8. **Furukawa.** *Guía de Aplicación: Cableado estructurada para Ambientes Data Centers.* 2015.
10. **TRC.** *Almacenamiento.* 2013.
12. **Obaco, Ángel Vinicio Villalta.** *Diseño de un Data Center para el SNNA Sistema Nacional Nivelación y Admisión.* 2016.
13. **TRC.** *Virtualización: Retos y oportunidades.* Madrid : s.n., 2013.
14. **Estrada, Alejandro Corletti.** *Seguridad por Niveles.* Madrid : s.n., 2011.
15. **Telecommunications Industry Association.** *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (TIA-942-A).* 2012.
16. **And, Eve.** *Seguridad física y lógica. Seguridad física y lógica.* [En línea] 2014. [Citado el: 15 de 2 de 2018.] https://es.slideshare.net/Eve_And/seguridad-fsica-y-lgica.
17. **Rasmussen, Kevin Dunlap y Neil.** *Elección entre la refrigeración por sala, por hilera y por rack para centros de datos.* 2012. Documento Técnico 130.

18. **National Fire Protection Association.** *NFPA 75 and Fire Protection and Suppression in Data Centers.* 2015.
19. **Lasheras, Tatiana de Castro Acuña.** *Diseño de un Centro de Proceso de Datos.* 2013.
20. **Manaure, Adolfo.** *CIO America Latina. Cuatro consejos para mantener frío su Data Center.* [En línea] 17 de agosto de 2011. [Citado el: 15 de diciembre de 2017.] <http://www.cioal.com/2011/08/17/cuatro-consejos-para-mantener-frio-su-data-center/>.
21. *Centro de Datos.* **Glinkowski, Mietek.** 13, 2013, Vol. 4.
22. **Mahauad, Jorge Javier Maldonado.** *Diseño de un Centro de Datos Basados en Estándares.* Cuenca : s.n., 2010.
23. **Galvan, Victor Grabiél.** *Datacenter - Una Mirada por Dentro.* Argentina : s.n., 2013.
24. **Aceco TI.** *aceco TI. Conozca los tipos de Data Center y sus Aplicaciones.* [En línea] 20 de 5 de 2017. [Citado el: 5 de 12 de 2017.] <http://www.acecoti.com/es/blog/conozca-los-tipos-de-data-centers-y-sus-aplicaciones>.
25. **Pont, Jose Manuel Fernández.** *Schneider Electric. Las 5 fases del Ciclo de Vida de un Data Center.* [En línea] 28 de abril de 2017. [Citado el: 23 de mayo de 2018.] <https://blogspanol.schneider-electric.com/data-centers/2017/04/28/las-5-fases-del-ciclo-vida-data-center/>.
26. **Rasmussen, Neil.** *Proyectos de centros de datos: planificación de sistemas.* 2012.
27. **UCID.** *Proceso de Desarrollo y Gestión de Proyectos de Software (versión 1.5).* La Habana : s.n., 2012.
28. **Pinelo, David.** *Introducción al UML.* 2009.
29. **Miers, Stephen A. White y Derek.** *Guía de Referencia y Modelado BPMN.* s.l. : Future Strategies Inc., 2009. ISBN13: 978-0-9819870-3-3.
30. **Haverbeke, Marijn.** *Eloquent JavaScript.* 2014.

31. **Tsantalis, N.** *Discovering refactoring opportunities in cascading style sheets.* 2014. ISBN: 978-1-4503-3056-5.
32. **Mateu, Carles.** *Desarrollo de Aplicaciones Web.* 2004.
33. **Ganado, Luis Miguel Cabezas.** *Desarrollo web con php y mysql. s.l. : Anya Multimedia, 2018. ISBN 13: 9788441538986.*
34. **The PostgreSQL Global Development Group.** *PostgreSQL 10.1 Documentation.* 2017.
35. **Ortíz, Fredy Marcelo Padrón.** *PgAdmin III: Administrador de Base de Datos Open Source PostgreSQL.* Cuenca : s.n., 2013.
36. **Net.** *Netbeans. Netbeans.* [En línea] 2011. [Citado el: 15 de 2 de 2018.]
<http://netbeans.org/features/ide/index.htm>.
37. **Kabir, Mohammed J.** *La Biblia del Servidor Apache.*
38. **Quintero, Diana María Hernández y Juan Bernardo.** *Technical Report ProcessMaker.* Medellín : s.n., 2011.
39. **Marrero, Yojahny Chávez.** *Módulo de publicación automática de contenidos web en redes sociales para Drupal.* La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas., 2016.
40. **Jmeter, Apache.** *Apache Jmeter. Apache Jmeter.* [En línea] 2015. [Citado el: 1 de 3 de 2018.]
<http://jmeter.apache.org/>.
41. **Acunetix.** *Acunetix. Acunetix.* [En línea] 2016. [Citado el: 12 de 3 de 2018.] <http://www.acunetix.com/>.
42. **Izquierdo, Antonio Yáñez.** *Funcionamiento de los Navegadores.* 2011.
43. **Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno.** *Conceptos Generales sobre Enfoque de Procesos de Negocio.* Chile : s.n., 2016. 88.

44. **Fuentes, Dra. María del Carmen Gómez.** *Análisis de Requerimientos. s.l. : Universidad Autónoma Metropolitana., 2011. ISBN: 978-607-477-442-9.*
45. **Botero, Alonso Toro Lazo y Juan Guillermo Gálvez.** *Procedimiento para especificar y validar requisitos de software. 2017.*
46. **Etcheverry, Ing. Lorena.** *Arquitectura de un sistema de información. 2010.*
47. **Urudata Software.** *Patrones básicos de Workflow. . 2011. Versión 2.0.*
48. **Morales, Pablo Andrés Hernández.** *Modelo Tecnológico para la Implementación de un Sistema Micro Empresarial para la Gestión de Facturación, Inventarios, Compras y Contabilidad. . s.l. : Universidad tecnológica de Pereira, 2017. COD.1088299261.*
49. **Coding standards.** *Drupal. Drupal. [En línea] 2016. [Citado el: 24 de 2 de 2018.] <https://www.drupal.org/coding-standards>.*
50. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería de Software 7 edición. 2010.*
51. **Muñiz, Patricia Lucio.** *INGENIERÍA DEL SOFTWARE . [En línea] 21 de abril de 2012. [Citado el: 15 de marzo de 2018.] <http://infsoftware-gisse.blogspot.com/2012/04/pruebas-de-software.html>.*
52. **Fonseca, Mercedes Reguant Álvarez y Mercedes Torrado.** *El método Delphi. 2016. ISSN:2013-2255.*

Anexos

Anexo 1:

Entrevista:

- ¿Qué tipo de servicios brindan ustedes a los clientes?
- ¿Qué medios utilizan los clientes para solicitar un servicio?
- ¿Cuándo diseñan en CD tienen en cuenta las especificaciones del cliente?
- ¿Cómo realizan el proceso de creación de un Centro de Datos?
- ¿Qué actividades realizan para la creación de un Centro de Datos?
- ¿Utilizan alguna norma o estándar para la creación de un Centro de Datos?
- ¿Cuentan ustedes en el departamento con algún procedimiento para la etapa de planeación y diseño?
- ¿Cómo realizan la planeación y el diseño de un Centro de Datos?
- ¿Qué tiempo demoran como máximo para la etapa de planeación y diseño?
- ¿Con que frecuencia se encuentran con el cliente para que vea el estado del proyecto?

Anexo 2:

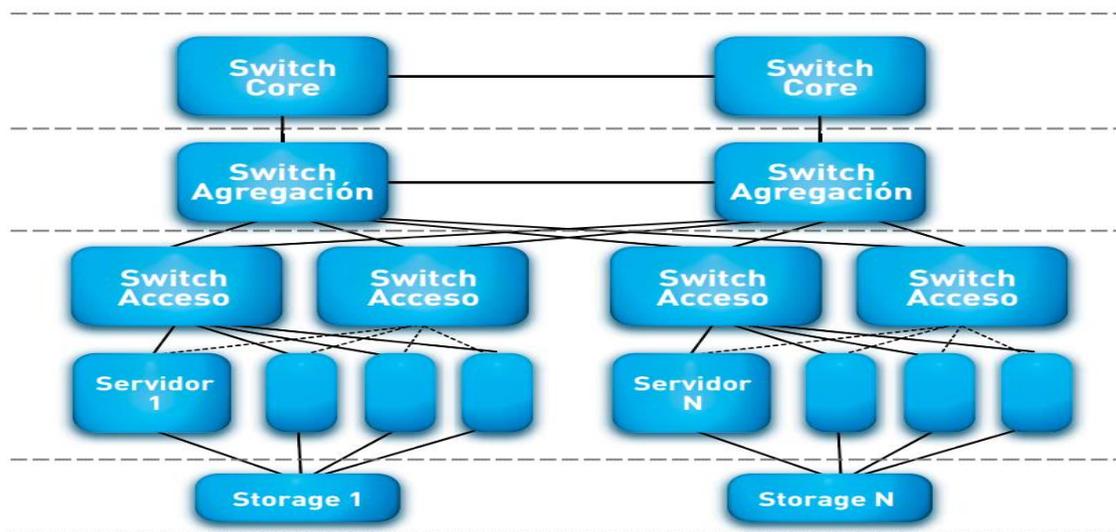


Figura 14 Arquitectura en capas

Anexo 3:

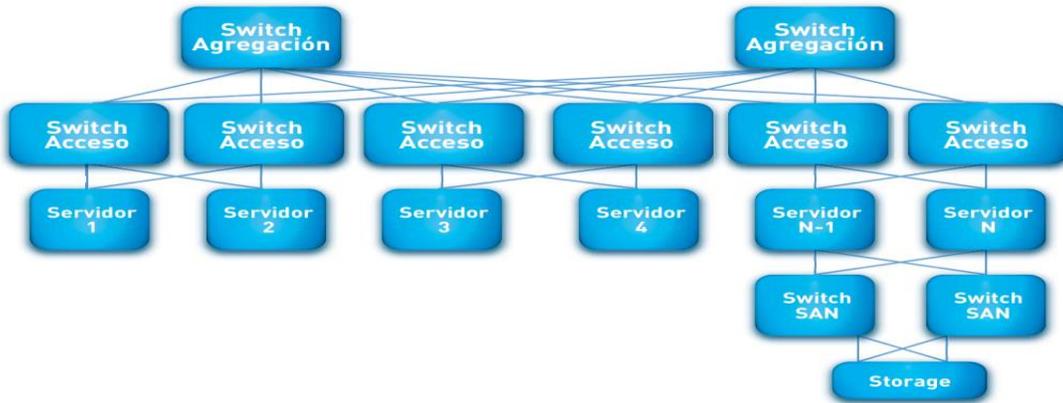


Figura 15 Arquitectura colapsada

Anexo 4:

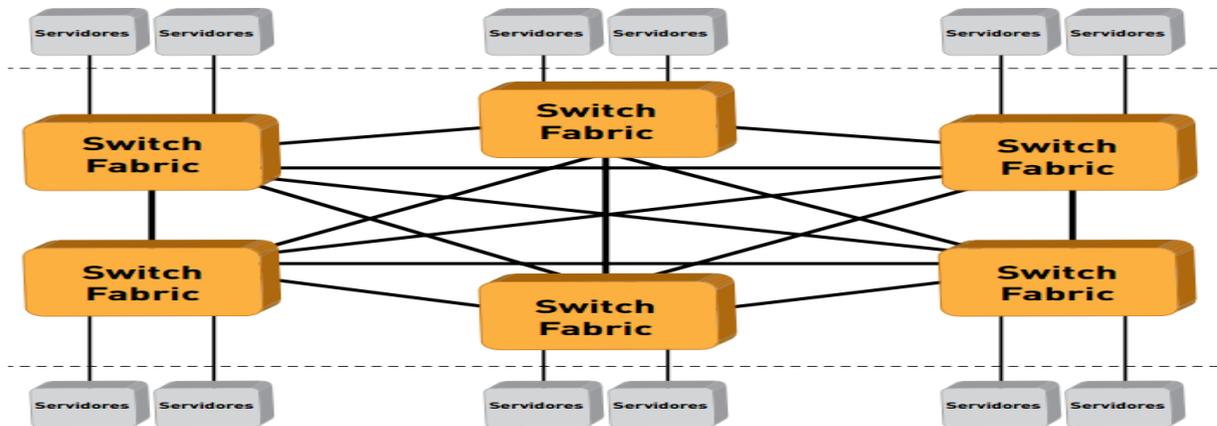


Figura 16 Switch Fabric

Anexo 5:

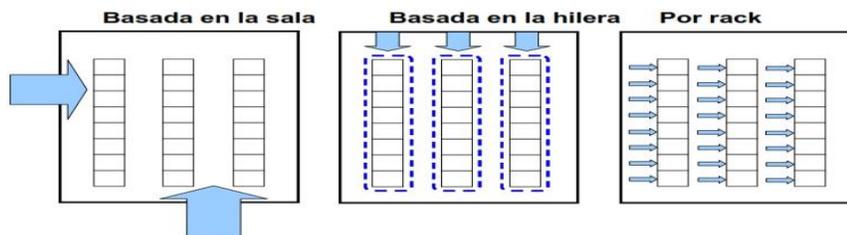


Figura 17 Concepto básico de la refrigeración por sala, por hilera y por racks.

Anexo 6:

A continuación, se muestra el RF_1: Autenticar Usuario

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Usuario	nombre de usuario, contraseña
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	Tiene que estar registrado el usuario en el sistema.	
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se selecciona la opción Iniciar Sesión. 2. El sistema muestra una vista donde el usuario debe de llenar los campos nombre y contraseña. 3. Selecciona el botón Entrar y el usuario entrará al sistema. 	
Complejidad	Baja	
Validaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario debe ser en minúscula. 1. La contraseña debe de tener más de 6 caracteres e incluir mayúsculas, minúsculas, números y caracteres especiales. 	
Post-condiciones	Se ha autenticado el usuario en el sistema	
Post-requisito		

Tabla 16 RF_1: Autenticar Usuario

A continuación, se muestra el RF_2: Seleccionar tipo de persona.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Tipo de persona	Persona jurídica o persona natural
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar autenticado el cliente en el sistema.	Autenticar usuario

Descripción	1- Inicializar caso. 2- Se selecciona el tipo de persona
Complejidad	Baja
Validaciones	
Post-condiciones	Se ha seleccionado el tipo de persona.
Post-requisito	Crear solicitud.

Tabla 17 RF_2: Seleccionar tipo de persona.

A continuación, se muestra el RF_3: Crear solicitud (Persona Natural).

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Solicitud	Nombre, apellidos, fecha, hora, correo, cuenta bancaria, teléfono, dirección y objetivo de la solicitud
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que haber seleccionado tipo de persona natural.	Autenticar usuario
Descripción	1- Se muestra un formulario con la solicitud de persona natural. 2-Se llenan los campos. 3-Se selecciona el botón Enviar.	
Complejidad	Media	
Validaciones	Los campos, nombre y apellidos, fecha, correo, cuentas y objetivos de la solicitud no pueden ser vacíos. La cuenta tiene que ser números en grupos de 4 dígitos separados por guiones. El correo tiene que tener el siguiente formato: usuario@subdominio.dominio El teléfono debe tener de 6 a 10 dígitos.	

Post-condiciones	Se ha creado la solicitud.
Post-requisito	Aprobar solicitud.

Tabla 18 RF_3: Crear solicitud (Persona Natural)

A continuación, se muestra el RF_3: Crear solicitud (Persona Jurídica).

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Solicitud	Nombre, fecha, hora, correo, cuenta bancaria, teléfono, dirección, objetivo de la solicitud, misión, visión y modelo de negocio.
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que haber seleccionado tipo de persona jurídica.	Seleccionar tipo de persona
Descripción	1- Se muestra un formulario con la solicitud de persona jurídica. 2-Se llenan los campos. 3-Se selecciona el botón Enviar.	
Complejidad	Media	
Validaciones	Los campos, nombre, fecha, correo, cuentas, objetivos de la solicitud, misión, visión y modelo de negocio no pueden ser vacíos. La cuenta tiene que ser números en grupos de 4 dígitos separados por guiones. El correo tiene que tener el siguiente formato: usuario@subdominio.dominio El teléfono debe tener de 6 a 10 dígitos.	
Post-condiciones	Se ha creado la solicitud.	
Post-requisito	Aprobar solicitud.	

Tabla 19 RF_3: Crear solicitud (Persona Jurídica)

A continuación, se muestra el RF_4: Aprobar solicitud (Persona natural)

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Solicitud	Nombre, apellidos, fecha, hora, correo, cuenta bancaria, teléfono, dirección y objetivo de la solicitud
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que existir una solicitud de persona natural creada por el cliente.	Crear solicitud
Descripción	1-Aprobar solicitud por el gerente de proyecto 2-Seleccionar opción de Aprobado o Denegado 3-Se crea la estructura de carpetas en el Gestor Documental.	
Complejidad	Media	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha aprobado la solicitud de persona natural	
Post-requisito	Aprobado: Archivar solicitud y Responder cuestionario por el cliente Denegado: Notificar rechazo de solicitud.	

Tabla 20 RF_4: Aprobar solicitud (Persona natural)

A continuación, se muestra el RF_4: Aprobar solicitud (Persona jurídica)

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Solicitud	Nombre, fecha, hora, correo, cuenta bancaria, teléfono, dirección, objetivo de la solicitud, misión, visión y modelo de negocio
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito

	1-Tiene que existir una solicitud de persona jurídica creada por el cliente.	Crear solicitud
Descripción	1- Aprobar solicitud por el gerente de proyecto 2-Seleccionar opción de Aprobado o Denegado 3-Se crea la estructura de carpetas en el Gestor Documental.	
Complejidad	Media	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha aprobado la solicitud de persona jurídica	
Post-requisito	Aprobado: Archivar solicitud y Responder cuestionario por el cliente Denegado: Notificar rechazo de solicitud.	

Tabla 21 RF_4: Aprobar solicitud (Persona jurídica)

A continuación, se muestra el RF_5: Notificar rechazo de solicitud.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que ser denegada la solicitud por el gerente de proyecto	Aprobar solicitud
Descripción	1-El sistema automáticamente enviará un correo de notificación de negación de solicitud.	
Complejidad	Baja	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha notificado el rechazo de la solicitud.	
Post-requisito		

Tabla 22 RF_5: Notificar rechazo de solicitud.

A continuación, se muestra el RF_6: Archivar solicitud.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos

Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que ser aceptada la solicitud por el gerente.	Aprobar solicitud
Descripción	1-Se genera el documento relacionado a la solicitud. 2-Se archiva la solicitud en la carpeta correspondiente al caso en el Gestor Documental.	
Complejidad	Media	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha archivado la solicitud.	
Post-requisito	Responder cuestionario por el cliente.	

Tabla 23 RF_6: Archivar solicitud.

A continuación, se muestra el RF_7: Realizar cuestionario por el cliente.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Cuestionario	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar aceptada la solicitud por el gerente de proyecto.	Aprobar solicitud
Descripción	1- Responder cuestionario por el cliente 2-Seleccionar botón Enviar	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha respondido el cuestionario por el cliente.	
Post-requisito	Revisar cuestionario por el gerente.	

Tabla 24 RF_7: Realizar cuestionario por el cliente.

A continuación, se muestra el RF_8: Revisar cuestionario por el gerente.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
---------------------------	------------------	------------------

	Cuestionario	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que ser respondido el cuestionario por el cliente.	Aplicar cuestionario
Descripción	1- Revisar cuestionario por el gerente de proyecto 2- Seleccionar la opción de Factible o No factible.	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha revisado el cuestionario por el gerente de proyecto.	
Post-requisito	Factible: Archivar cuestionario y se establecen parámetros claves No factible: Enviar notificación de rechazo de servicio.	

Tabla 25 RF_8: Revisar cuestionario por el gerente.

A continuación, se muestra el RF_9: Enviar notificación de rechazo de servicio.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Cuestionario	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que ser revisado el cuestionario por el gerente y determinar que no es factible.	Revisar cuestionario por el gerente
Descripción	1-El sistema automáticamente enviará un correo de notificación de negación de servicio.	
Complejidad	Baja	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha enviado la notificación de rechazo de servicio por el gerente de proyecto.	
Post-requisito		

Tabla 26 RF_9: Enviar notificación de rechazo de servicio.

A continuación, se muestra el RF_10: Archivar cuestionario.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Cuestionario	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar revisado el cuestionario por el gerente de proyecto y ser factible.	Revisar cuestionario por el gerente.
Descripción	1- El sistema archiva automáticamente el cuestionario en la carpeta correspondiente al caso en el Gestor Documental.	
Complejidad	Media	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha archivado el cuestionario por el gerente de proyecto.	
Post-requisito	Establecer parámetros claves.	

Tabla 27 RF_10: Archivar cuestionario.

A continuación, se muestra el RF_11: Enviar a los especialistas, la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Cuestionario, solicitud, parámetros claves	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar definidos los parámetros claves por el gerente de proyecto.	Establecer parámetros claves
Descripción	1-Muestra una vista con la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves para enviar a los especialistas.	

	2-Se seleccionan los especialistas que recibirán los documentos pertinentes. 4-Seleccionar botón Enviar
Complejidad	Alta
Validaciones	
Post-condiciones	Se ha enviado la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves a los especialistas.
Post-requisito	Definir un concepto del sistema incorporando las preferencias y limitaciones del usuario.

Tabla 28 RF_11: Enviar a los especialistas, la solicitud, el cuestionario y los parámetros claves.

A continuación, se muestra el RF_12: Determinar requisitos de implantación.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Requisitos de implantación	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que haber definido un concepto del sistema los especialistas.	Definir un concepto del sistema incorporando las preferencias y limitaciones del usuario.
Descripción	1- Determinar requisitos de implantación. 2- Seleccionar botón Aceptar.	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se han determinado los requisitos de implantación.	
Post-requisito	Buscar imagen en el repositorio, subir imagen del diseño.	

Tabla 29 RF_12: Determinar requisitos de implantación.

A continuación, se muestra el RF_13: Subir imagen del diseño.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
---------------------------	------------------	------------------

	Imagen	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que definidos los requisitos de implantación.	Determinar requisitos de implantación.
Descripción	1- Seleccionar el botón Subir imagen. 2-El sistema muestra el explorador de archivos para buscar la imagen. 3-Se selecciona la imagen. 4-Clic en el botón Aceptar.	
Complejidad	Baja	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha subido una imagen de diseño.	
Post-requisito	Almacenar imágenes en un repositorio.	

Tabla 30 RF_13: Subir imagen del diseño.

A continuación, se muestra el RF_14: Enviar diseño conceptual y diseño detallado o básico para su aprobación.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Imagen	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-La imagen debe haber sido almacenada en un repositorio.	Almacenar imágenes en un repositorio.
Descripción	1-El gerente de proyecto Acepta o Deniega el diseño.	
Complejidad	Baja	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha revisado el diseño conceptual y diseño detallado o básico por el gerente de proyecto.	
Post-requisito	Aceptada: Crear proyecto técnico. Denegada: Determinar requisitos de implantación.	

Tabla 31 RF_14: Enviar diseño conceptual y diseño detallado o básico para su aprobación.

A continuación, se muestra el RF_15: Crear proyecto técnico.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Proyecto técnico	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar aceptado el diseño conceptual y diseño detallado o básico por el gerente de proyecto.	Enviar diseño conceptual y diseño detallado o básico para su aprobación.
Descripción	1- Generar documento que contiene la planeación y el diseño realizado por los especialistas y revisado por el gerente de proyecto.	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha creado un proyecto técnico por el gerente de proyecto.	
Post-requisito	Enviar proyecto técnico al cliente para su aceptación.	

Tabla 32 RF_15: Crear proyecto técnico.

A continuación, se muestra el RF_16: Enviar proyecto técnico al cliente para su aceptación.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Proyecto técnico	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar generado un proyecto técnico por el gerente de proyecto.	Crear proyecto técnico.
Descripción	1- El cliente acepta o deniega el proyecto técnico.	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha revisado un proyecto técnico por el cliente.	
Post-requisito	Acepta: Archivar proyecto técnico	

	Deniega: Enviar causas y motivos.
--	-----------------------------------

Tabla 33 RF_16: Enviar proyecto técnico al cliente para su aceptación.

A continuación, se muestra el RF_17: Archivar proyecto técnico.

Conceptos tratados	Conceptos	Atributos
	Proyecto técnico	
Precondiciones	Precondiciones	Pre-requisito
	1-Tiene que estar aprobado un proyecto técnico por el gerente de proyecto.	Enviar proyecto técnico al cliente para su aceptación.
Descripción	1- Se archiva el proyecto técnico en el gestor documental.	
Complejidad	Alta	
Validaciones		
Post-condiciones	Se ha archivado un proyecto técnico por el gerente de proyecto.	
Post-requisito		

Tabla 34 RF_17: Archivar proyecto técnico.

Anexo 7:

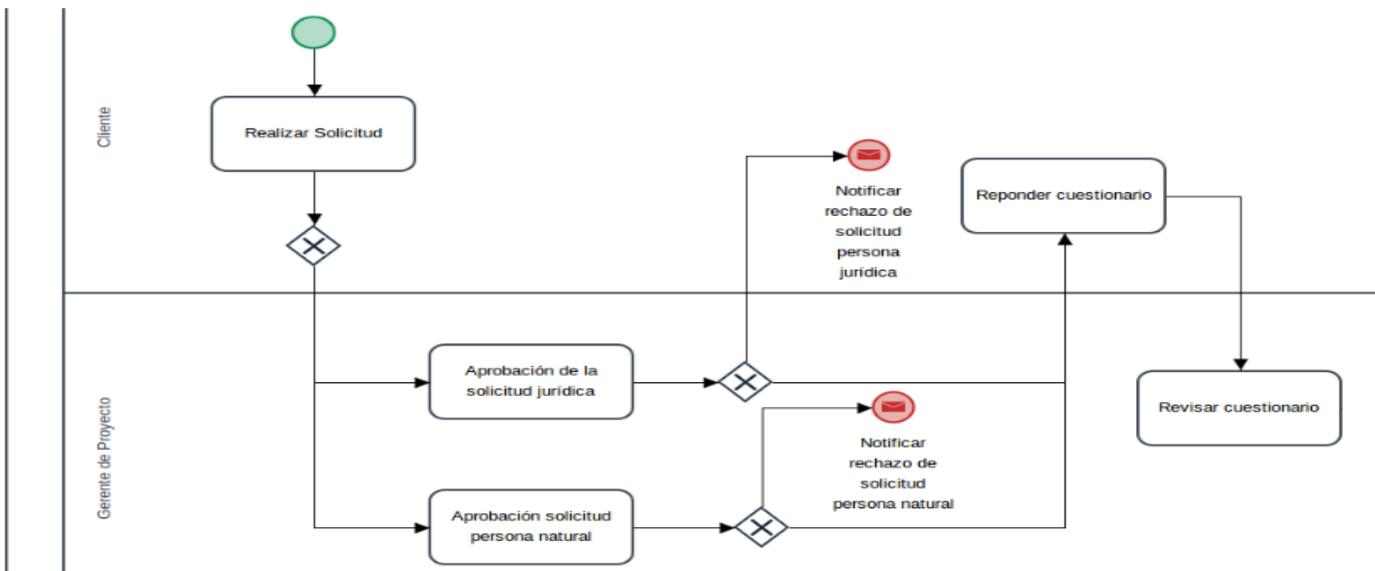


Figura 18 Patrón Secuencia

Anexo 8:

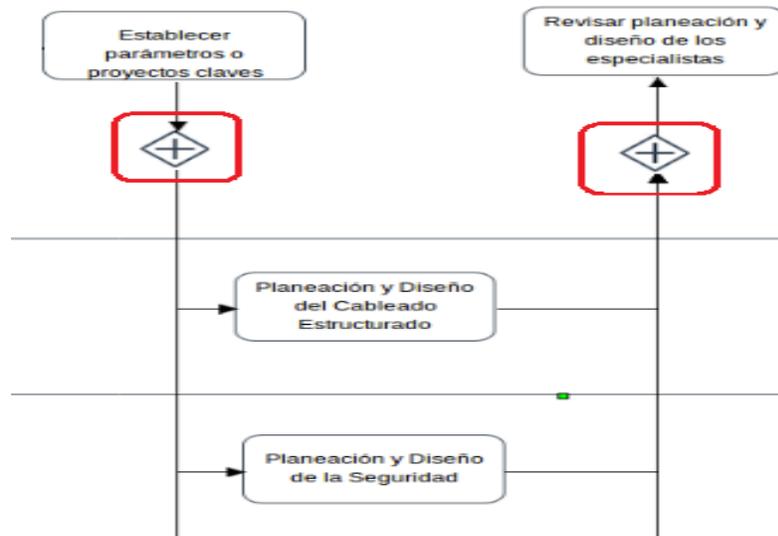


Figura 19 Patrón Separación

Anexo 9:

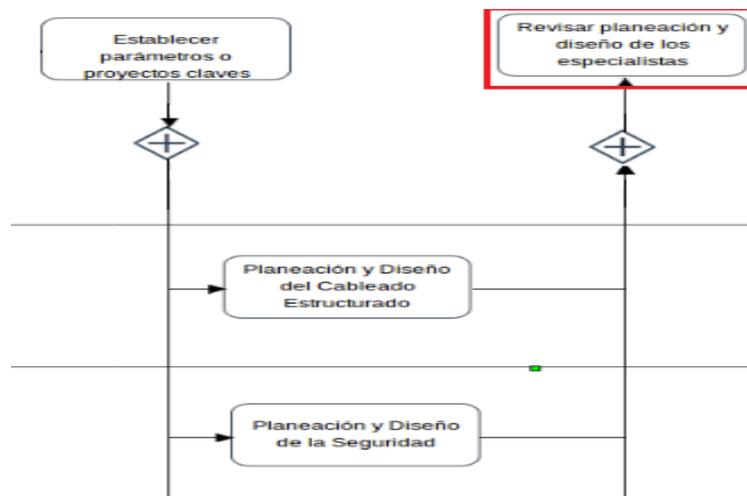


Figura 20 Patrón Sincronización

Anexo 10:

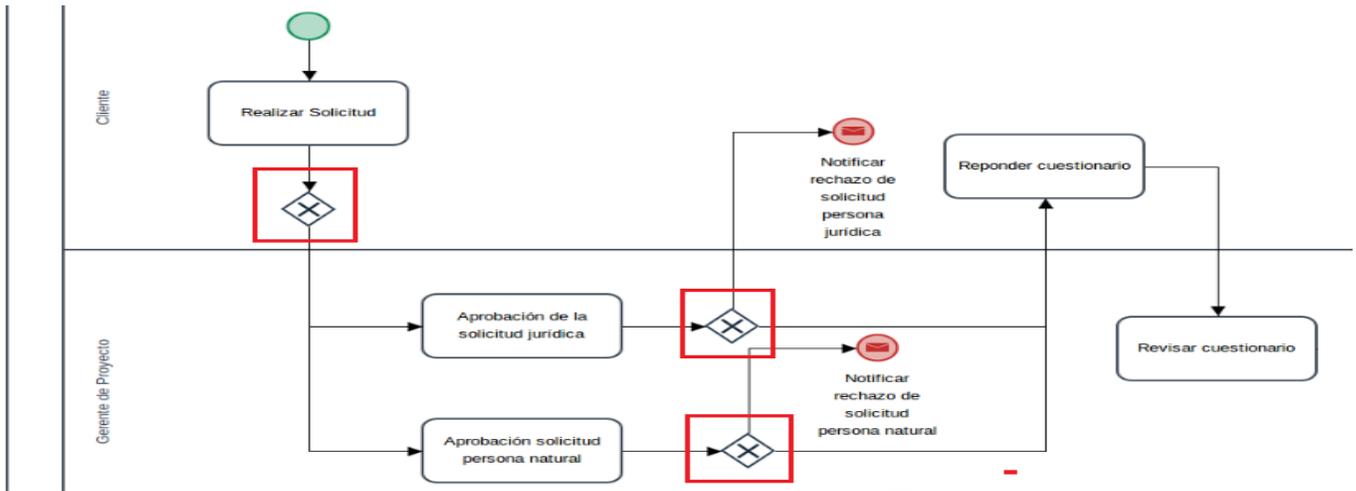


Figura 21 Patrón Opción Exclusiva

Anexo 11:

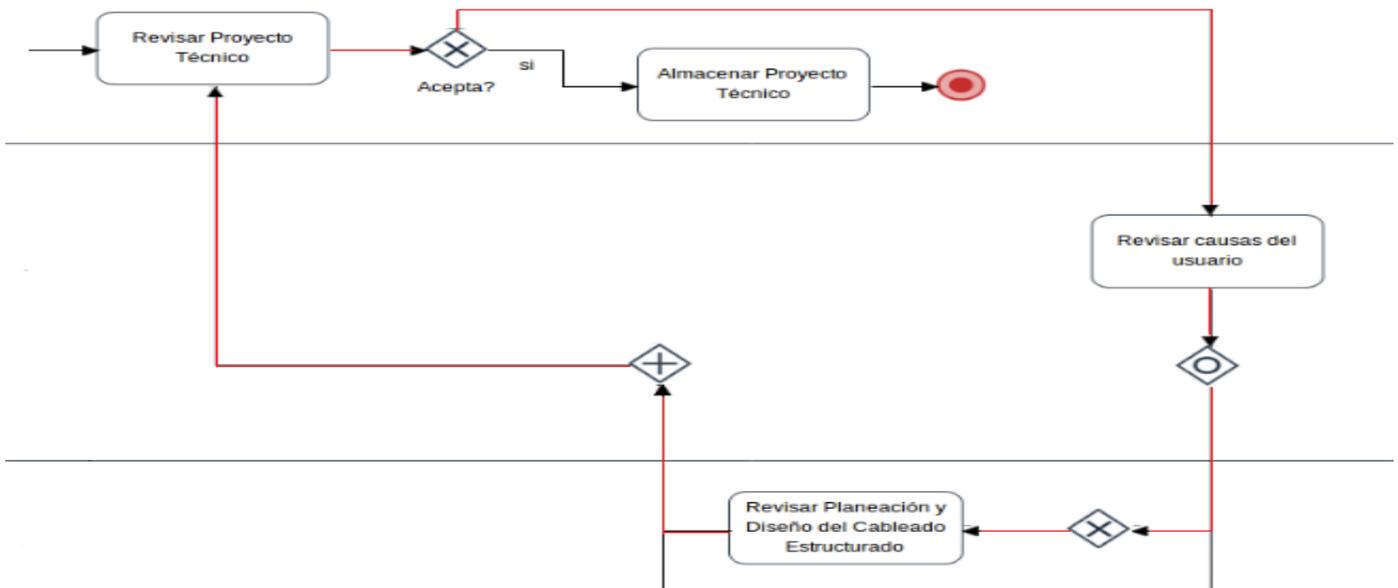


Figura 22 Patrón Ciclos Arbitrarios

Anexo 12:

Las tablas más usadas por el proceso:

Column Name	Data Type
PRJ_UID	VARCHAR(32)
PRJ_NAME	VARCHAR(255)
PRJ_DESCRIPTION	VARCHAR(512)
PRJ_TARGET_NAMESPACE	MEDIUMTEXT
PRJ_EXPRESION_LANGUAGE	MEDIUMTEXT
PRJ_TYPE_LANGUAGE	MEDIUMTEXT
PRJ_EXPORTER	MEDIUMTEXT
PRJ_EXPORTER_VERSION	MEDIUMTEXT
PRJ_CREATE_DATE	DATETIME
PRJ_UPDATE_DATE	DATETIME
PRJ_AUTHOR	MEDIUMTEXT
PRJ_AUTHOR_VERSION	MEDIUMTEXT
PRJ_ORIGINAL_SOURCE	MEDIUMTEXT

Indexes

Figura 23 Tabla bpmn_project

Column Name	Data Type
USR_UID	VARCHAR(32)
ROL_UID	VARCHAR(32)

Indexes

Figura 24 Tabla rbac_users_roles

Column Name	Data Type
DYN_UID	VARCHAR(32)
DYN_TITLE	MEDIUMTEXT
DYN_DESCRIPTION	MEDIUMTEXT
PRO_UID	VARCHAR(32)
DYN_TYPE	VARCHAR(20)
DYN_FILENAME	VARCHAR(100)
DYN_CONTENT	MEDIUMTEXT
DYN_LABEL	MEDIUMTEXT
DYN_VERSION	INT(11)
DYN_UPDATE_DATE	DATETIME

Indexes

Figura 25 Tabla dynaform



The image shows a screenshot of a database table definition for 'input_document'. The table has the following columns and data types:

Column Name	Data Type
INP_DOC_UID	VARCHAR(32)
PRO_UID	VARCHAR(32)
INP_DOC_TITLE	MEDIUMTEXT
INP_DOC_DESCRIPTION	MEDIUMTEXT
INP_DOC_FORM_NEEDED	VARCHAR(20)
INP_DOC_ORIGINAL	VARCHAR(20)
INP_DOC_PUBLISHED	VARCHAR(20)
INP_DOC_VERSIONING	TINYINT(4)
INP_DOC_DESTINATION_PATH	MEDIUMTEXT
INP_DOC_TAGS	MEDIUMTEXT
INP_DOC_TYPE_FILE	VARCHAR(200)
INP_DOC_MAX_FILESIZE	INT(11)
INP_DOC_MAX_FILESIZE_UNIT	VARCHAR(2)

Below the column list, there is a section labeled 'Indexes' with a right-pointing arrow.

Figura 26 Tabla imput_document

bpmn_event	output_document
EVN_UID VARCHAR(32)	OUT_DOC_UID VARCHAR(32)
PRJ_UID VARCHAR(32)	OUT_DOC_TITLE MEDIUMTEXT
PRO_UID VARCHAR(32)	OUT_DOC_DESCRIPTION MEDIUMTEXT
EVN_NAME VARCHAR(255)	OUT_DOC_FILENAME MEDIUMTEXT
EVN_TYPE VARCHAR(30)	OUT_DOC_TEMPLATE MEDIUMTEXT
EVN_MARKER VARCHAR(30)	PRO_UID VARCHAR(32)
EVN_IS_INTERRUPTING TINYINT(4)	OUT_DOC_REPORT_GENERATOR VARCHAR(10)
EVN_ATTACHED_TO VARCHAR(32)	OUT_DOC_LANDSCAPE TINYINT(4)
EVN_CANCEL_ACTIVITY TINYINT(4)	OUT_DOC_MEDIA VARCHAR(10)
EVN_ACTIVITY_REF VARCHAR(32)	OUT_DOC_LEFT_MARGIN INT(11)
EVN_WAIT_FOR_COMPLETION TINYINT(4)	OUT_DOC_RIGHT_MARGIN INT(11)
EVN_ERROR_NAME VARCHAR(255)	OUT_DOC_TOP_MARGIN INT(11)
EVN_ERROR_CODE VARCHAR(255)	OUT_DOC_BOTTOM_MARGIN INT(11)
EVN_ESCALATION_NAME VARCHAR(255)	OUT_DOC_GENERATE VARCHAR(10)
EVN_ESCALATION_CODE VARCHAR(255)	OUT_DOC_TYPE VARCHAR(32)
EVN_CONDITION VARCHAR(255)	OUT_DOC_CURRENT_REVISION INT(11)
EVN_MESSAGE MEDIUMTEXT	OUT_DOC_FIELD_MAPPING MEDIUMTEXT
EVN_OPERATION_NAME VARCHAR(255)	OUT_DOC_VERSIONING TINYINT(4)
EVN_OPERATION_IMPLEMENTATION_REF VARCHAR(255)	OUT_DOC_DESTINATION_PATH MEDIUMTEXT
EVN_TIME_DATE VARCHAR(255)	OUT_DOC_TAGS MEDIUMTEXT
EVN_TIME_CYCLE VARCHAR(255)	OUT_DOC_PDF_SECURITY_ENABLED TINYINT(4)
EVN_TIME_DURATION VARCHAR(255)	OUT_DOC_PDF_SECURITY_OPEN_PASSWORD VARCHAR(32)
EVN_BEHAVIOR VARCHAR(20)	OUT_DOC_PDF_SECURITY_OWNER_PASSWORD VARCHAR(32)
	OUT_DOC_PDF_SECURITY_PERMISSIONS VARCHAR(150)
	OUT_DOC_OPEN_TYPE INT(11)
Indexes	Indexes

Figura 27 Tablas bpmn_event y output_document

bpmn_activity	users
ACT_UID VARCHAR(32)	USR_UID VARCHAR(32)
PRJ_UID VARCHAR(32)	USR_ID INT(11)
PRO_UID VARCHAR(32)	USR_USERNAME VARCHAR(100)
ACT_NAME VARCHAR(255)	USR_PASSWORD VARCHAR(128)
ACT_TYPE VARCHAR(30)	USR_FIRSTNAME VARCHAR(50)
ACT_IS_FOR_COMPENSATION TINYINT(4)	USR_LASTNAME VARCHAR(50)
ACT_START_QUANTITY INT(11)	USR_EMAIL VARCHAR(100)
ACT_COMPLETION_QUANTITY INT(11)	USR_DUE_DATE DATE
ACT_TASK_TYPE VARCHAR(20)	USR_CREATE_DATE DATETIME
ACT_IMPLEMENTATION MEDIUMTEXT	USR_UPDATE_DATE DATETIME
ACT_INSTANTIATE TINYINT(4)	USR_STATUS VARCHAR(32)
ACT_SCRIPT_TYPE VARCHAR(255)	USR_COUNTRY VARCHAR(3)
ACT_SCRIPT MEDIUMTEXT	USR_CITY VARCHAR(3)
ACT_LOOP_TYPE VARCHAR(20)	USR_LOCATION VARCHAR(3)
ACT_TEST_BEFORE TINYINT(4)	USR_ADDRESS VARCHAR(255)
ACT_LOOP_MAXIMUM INT(11)	USR_PHONE VARCHAR(24)
ACT_LOOP_CONDITION VARCHAR(100)	USR_FAX VARCHAR(24)
ACT_LOOP_CARDINALITY INT(11)	USR_CELLULAR VARCHAR(24)
ACT_LOOP_BEHAVIOR VARCHAR(20)	USR_ZIP_CODE VARCHAR(16)
ACT_IS_ADHOC TINYINT(4)	DEP_UID VARCHAR(32)
ACT_IS_COLLAPSED TINYINT(4)	USR_POSITION VARCHAR(100)
ACT_COMPLETION_CONDITION VARCHAR(255)	USR_RESUME VARCHAR(100)
ACT_ORDERING VARCHAR(20)	USR_BIRTHDAY DATE
ACT_CANCEL_REMAINING_INSTANCES TINYINT(4)	USR_ROLE VARCHAR(32)
ACT_PROTOCOL VARCHAR(255)	USR_REPORTS_TO VARCHAR(32)
ACT_METHOD VARCHAR(255)	USR_REPLACED_BY VARCHAR(32)
ACT_IS_GLOBAL TINYINT(4)	USR_LUX VARCHAR(128)
ACT_REFERER VARCHAR(32)	USR_COST_BY_HOUR DECIMAL(7,2)
ACT_DEFAULT_FLOW VARCHAR(32)	USR_UNIT_COST VARCHAR(50)
ACT_MASTER_DIAGRAM VARCHAR(32)	USR_PMDRIVE_FOLDER_UID VARCHAR(32)
Indexes (1 x 4163)	Indexes 4 more...

Figura 28 Tablas bpmn_activity y users

Modelo de la base de datos en MySQL:



Anexo 14:

Encuesta para elegir especialistas.

Estimado compañero:

En el Departamento del Centro de Datos de Zona 4 de la XETID se desarrolla una investigación basada en implementar una plataforma que posibilite desarrollar la planeación y el diseño de un CD, para estandarizar el servicio que se ofrece a los clientes.

En la investigación que se lleva a cabo para obtener el grado académico de Ingeniera en Ciencias Informáticas y que tiene como objetivo: “Desarrollar una plataforma para la planeación y el diseño de un CD que estandarice el servicio que ofrece la XETID a sus clientes ”, se requiere someter la propuesta de solución al criterio de expertos. Teniendo en cuenta que la autora considera que Ud. reúne los requisitos que lo avalan como experto, se le solicita que responda las preguntas que a continuación se presentan. Su valoración y los criterios que emita serán de gran valor para el perfeccionamiento de la propuesta de solución. Una vez manifestada su disposición de colaborar con esta investigación, le pedimos que responda las siguientes preguntas antes de realizar el cuestionario.

Nombres y Apellidos: _____

Institución: _____

Puesto de trabajo actual: _____

Licenciado: ___ Ingeniero: ___ Máster: ___ Doctor: ___ Otros: _____

Años de experiencia como docente: _____

Años de experiencia en el Centros de Datos: _____

Cargo que ocupa: _____

Años en el cargo: _____

Categoría docente: P. Inst. ___ P. Asist. ___ P. Aux. ___ P. Tit. ___

Además se necesita después de manifestada su disposición de colaborar en este importante empeño, una autovaloración de los niveles de información y argumentación que posee sobre Arquitectura de información.

1. Según su criterio, marque con una x, en orden creciente, el grado de conocimiento que usted tiene sobre el tema.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Entre las fuentes que le han posibilitado enriquecer su conocimiento sobre el tema, se someten a consideración algunas de ellas, para que las evalúe en las categorías de: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B), colocando una x.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted.			
Su experiencia obtenida.			
Trabajos de autores nacionales.			
Trabajos de autores extranjeros.			
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
Su intuición.			

Anexo 14:

Cuestionario para la recogida de información referente a la plataforma para la planeación y el diseño de un CD según los expertos.

Responda con la mayor sinceridad posible cada una de las preguntas que aparecen a continuación:

- ¿Considera que es novedosa la propuesta de solución?
 Muy novedosa Novedosa No es novedosa
- ¿Considera necesaria la propuesta de solución?
 Muy necesaria Necesaria No es necesaria
- ¿Considera que es fiable la propuesta de solución?
 Muy fiable Fiable No es fiable
- ¿Considera que tiene gran impacto en el área a la cual está destinada la solución?
 Mucho impacto Impactante No tiene impacto
- ¿Considera que la plataforma tiene buen rendimiento y disponibilidad?
 Excelente rendimiento y disponibilidad Buen rendimiento y disponibilidad Mal rendimiento y disponibilidad
- ¿Las interfaces de la plataforma son intuitivas?
 Muy intuitivas Intuitivas No son intuitivas
- ¿Las interfaces de la plataforma están organizadas?

___Muy organizadas ___ Organizadas ___No están organizadas

Le agradecemos cualquier sugerencia o recomendación. Por favor, refiéralas a continuación. Sobre la guía práctica:

Muchas gracias por su valiosa colaboración.

Anexo 15:

Valores críticos del Chi Cuadrado.

Df	0,10	0,05	0,01	0,001
4	7,78	9,49	13,28	18,46
5	9,24	11,07	15,09	20,52
6	10,64	12,59	16,81	22,46
7	12,02	14,07	18,48	24,32
8	13,36	15,51	20,09	26,12
9	14,68	16,92	21,67	27,88
10	15,99	18,31	23,21	29,59
11	17,28	19,68	24,72	31,36
12	18,55	21,03	26,22	32,91
13	19,81	22,36	27,69	34,53
14	21,06	23,68	29,14	36,12
15	22,31	25,00	30,58	37,70
16	23,54	26,30	32,00	39,29
17	24,77	27,59	33,41	40,75
18	25,99	28,87	34,80	42,31
19	27,20	30,14	36,19	43,82
20	28,41	31,41	37,57	45,32
24	33,20	36,42	42,98	51,18
25	34,38	37,65	44,31	52,65