

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE COMPUTACIÓN
PROGRAMA MAESTRÍA**



**Propuesta de reingeniería del centro de datos del
Instituto Nacional de Aprendizaje**

**Proyecto para optar al grado de Maestría Profesional
con énfasis en Telemática**

Licda. Milagro Brenes Granados

Msc. Alfredo Solano Alfaro

**Cartago, Costa Rica
Junio, 2014**

Resumen

El presente proyecto consiste en brindar una propuesta de reingeniería del Centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje, la cual es una institución autónoma de Costa Rica que brinda servicios de capacitación y formación profesional a personas mayores de 15 años y personas jurídicas.

La propuesta se basa en los estándares y reglas emitidos por la norma ANSI/BICSI; del American National Standards Institute (ANSI), y la norma TIA 942; la cual es aprobada por TIA (Telecommunications Industry Association) y ANSI; así como las directrices y procedimientos autónomos de la Institución.

La reestructuración se basa específicamente en cuatro sistemas, los cuales son el sistema arquitectónico, sistema de telecomunicaciones, sistema mecánico y el sistema eléctrico.

En la primera sección se desarrolla todo lo referente al proyecto en cuanto a la información general, antecedentes, definición del problema, justificación y los objetivos.

La segunda sección es orientada a describir las principales normas, estándares y buenas prácticas para el diseño de un Centro de datos de acuerdo con los diferentes niveles de disponibilidad y confiabilidad que pueden ser implantados.

En la tercera sección se desarrolla la metodología utilizada para realizar el proyecto; entre lo cual se encuentra el tipo de investigación, las fuentes de información, método utilizado, los instrumentos, entre otros.

En la cuarta sección se puntualiza el estado real del cómo está operando el Centro de datos actualmente, en cuanto a su arquitectura física, arquitectura de red, sistema mecánico, sistema eléctrico, sistema de enfriamiento y sistema de seguridad, con el fin de definir los requerimientos y falencias existentes, bases necesarias para poder desarrollar la propuesta de reingeniería.

En la quinta sección se desarrolla la propuesta de reingeniería del Centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje, basado en las necesidades y deficiencias analizadas en la sección anterior; así como la definición de un plan de gestión de costos y un plan de operación lógica, que permita contar con los insumos necesarios para reducir al mínimo la probabilidad de incurrir en un fallo del servicio brindado por el centro de datos a los procesos de toda la Institución a nivel nacional.

Para finalizar se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del proyecto desarrollado, así como los anexos que dan sustento a todo el desarrollo.

Palabras clave: Centro de datos, sistema arquitectónico, sistema de telecomunicaciones, sistema mecánico, sistema eléctrico, plan de gestión de costos, plan de operación lógica, reingeniería, norma, estándar, diseño, eficiencia, disponibilidad, redundancia.

Abstract

The following Project consists in giving a reengineering proposal from the data center at Instituto Nacional de Aprendizaje (National Institute for Learning, INA initials in Spanish), which is an autonomous Costa Rican institution that gives training and professional services to people older than 15 years old and also to corporations.

The proposal is based on standards and regulations emitted by the ANSI/BICSI Norm from the American National Standards Institute (ANSI), and TIA 942 Norm; which has been approved by TIA (Telecommunications Industry Association) and ANSI; as well as the directions and autonomous procedures of the institution.

The re-structuring is specifically based on four systems, which are the architectural system, telecommunications system, mechanical system, and electrical system.

On the first section, it is developed all the information related to the project regarding to general information, background, problem definition, justification, and objectives.

The second section is oriented to describe the principal regulations, standards and good practices for a data center design according to different levels of availability and reliability that may be implemented.

On the third section, it is carried out the methodology used to start the project; for example, it is found the type of research, the information sources, methodology used, instruments, among others.

On the fourth section, it is pointed out in a detailed form, the real situation by which the data center is currently working, taking into account the physical architecture, net architecture, mechanical system, electrical system, cooling system, and security system; allowing to define the actual requirements and weaknesses, to be able to develop the reengineering proposal.

On the fifth section, it is unrolled the reengineering proposal is developed for the data center from the Instituto Nacional de Aprendizaje, based on the needs and deficiencies analyzed on the previous sections; as well as the definition of a plan for costs management and a plan of logical operation, that permits to count on the needed income to reduce to the minimum the probability to fall into a fail in the service given by the data center to the processes in the whole institution at the national level.

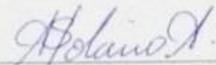
To finish, it is presented the conclusions and recommendations obtained from the developed project, also the annexes which give support to all the development.

Key words: Data center, architectural system, telecommunications system, mechanical system, electrical system, costs management plan, logical operation plan, reengineering, norm, standard, design, efficiency, availability, redundancy.

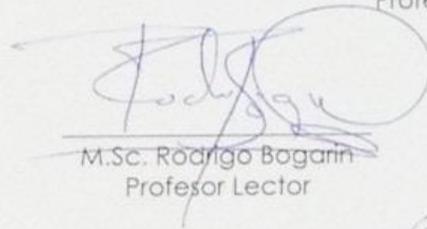
APROBACIÓN DEL PROYECTO FINAL

Propuesta de reingeniería del Centro de Datos del Instituto Nacional de Aprendizaje

TRIBUNAL EXAMINADOR



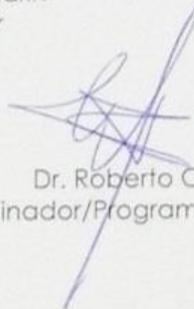
M.Sc. Alfredo Solano
Profesor Asesor



M.Sc. Rodrigo Bogarrin
Profesor Lector



M.Sc. Juan José Morales
Profesional Externo



Dr. Roberto Cortés
Coordinador/Programa De Maestría

Junio, 2014

Dedicatoria

A Dios y la Virgen de los Ángeles por las bendiciones y fortalezas recibidas durante este proyecto.

A mi familia que es mi inspiración para seguir adelante, por su paciencia y comprensión.

A mis padres que inculcaron en mí los valores que hoy me han llevado a cosechar grandes logros en mi vida.

A mis hermanos y sus familias por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Al M.Sc. Alfredo Solano Alfaro por su apoyo y confianza en mi trabajo; así como su capacidad esmerada y profesional de guiar mis acciones, con su disponibilidad, tolerancia y paciencia.

Al coordinador de carrera, Dr. Roberto Cortés y al profesor lector, M.Sc. Rodrigo Bogarín por su colaboración en este proyecto.

A mi compañero de trabajo, M.Sc. Juan José Morales por su contribución en este proyecto.

A mis compañeros de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación del Instituto Nacional de Aprendizaje, por el apoyo y facilidades que me brindaron.

Epígrafe

“La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”.

Aristóteles

Abreviaturas

ANSI: American National Standards Institute.
ASHRAE: Asociación Americana de Aires Acondicionados, Refrigeración y Calefacción.
BICSI:
CFP: Centro de Formación Profesional.
CNE: Centro Nacional Especializado.
EDA: Area de distribución de equipo.
GTIC: Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación.
HC: Conexión cruzada horizontal.
HDA: Area de distribución horizontal.
ICREA: Asociación Internacional de Expertos en Centros de Datos.
IDA: Area de distribución intermedia.
IEC: Comisión Electrónica Internacional.
INA: Instituto Nacional de Aprendizaje.
ISO: Organización Internacional de Normalización.
LAN: Red de área local.
MDA: Area de distribución principal.
NFPA: Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
PDU: Unidad de distribución de energía.
PITEC: Proceso de Infraestructura Tecnológica.
POST: Proceso de Operación de Servicios Tecnológicos.
PSI: Proceso de Sistemas de Información.
RCI: Índice de enfriamiento del rack.
SAN: Red de área de almacenamiento.
SCFP: Servicio de capacitación y formación profesional.
SEMS: Sistema de información estadístico y monitoreo de SCFP.
SIBI: Sistema de información de bienes e inventarios.
SICOVE: Sistema de información de transporte.
SIGINA: Comisión Gerencial del Instituto Nacional de Aprendizaje.
SIREMA: Sistema de información de recursos materiales.
SIRH: Sistema de información de recursos humanos.
TBB: Backbone de puesta a tierra de telecomunicaciones.
TGB: Bus de puesta a tierra de telecomunicaciones.
TIA: Asociación de la Industria de Telecomunicaciones.
TMGB: Barra principal de tierra de telecomunicaciones.
UAP: Unidad de Administración de Proyectos.
UPS: Sistema ininterrumpido de energía eléctrica.
USEVI: Unidad de Servicios Virtuales.
USIT: Unidad de Servicios de Informática y Telemática.
USST: Unidad de Soporte de Servicios Tecnológicos.
UTP: Par trenzado no blindado.
WAN: Red de área global.
ZDA: Area de distribución de zona.

Índice General

Capítulo 1: Introducción	14
1.1. Descripción general	14
1.2. Antecedentes	15
1.2.1. Descripción de la empresa	15
1.2.2. Descripción del problema	26
1.2.3. Trabajos similares	27
1.3. Definición del problema	27
1.4. Justificación	28
1.4.1. Innovación	31
1.4.2. Impacto	31
1.4.3. Profundidad	32
1.5. Objetivos	32
1.5.1. Objetivo general	32
1.5.2. Objetivos específicos	32
1.5.3. Alcance	33
1.5.4. Limitaciones	34
1.5.5. Entregables	34
Capítulo 2: Marco referencial	36
Estándares para el diseño de un centro de datos ANSI/BICSI/TIA	36
2.1. Sistema arquitectónico	36
2.1.1. Ubicación del centro de datos dentro del edificio	36
2.1.2. Diseño eficiente	37
2.1.3. Métricas eficientes	37
2.1.4. Oportunidades de ahorro de energía	38
2.1.5. Rutas generales de acceso	38
2.1.6. Aspectos constructivos y estructurales	45
2.2. Sistema de telecomunicaciones	46
2.2.1. Áreas de telecomunicación	46
2.2.2. Equipo activo y pasivo	47
2.2.3. Sistema de cableado	50
2.3. Sistema mecánico	53
2.3.1. Aire acondicionado	53
2.3.2. Ventilación	54
2.3.3. Control de la humedad	55

2.3.4. Seguridad.....	55
2.3.5. Protección contra incendios	57
2.4. Sistema eléctrico	58
2.4.1. Distribución	59
2.4.2. Sistema de transferencia eléctrica	60
2.4.3. Generador de energía eléctrica	60
2.4.4. Sistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS)	61
2.4.5. Unidad de distribución de energía (PDU).....	63
2.4.6. Sistema de iluminación	63
2.4.7. Conexión a tierra.....	64
Capítulo 3: Marco metodológico.....	67
3.1. Tipo de investigación	67
3.2. Fuentes de información	67
3.3. Método de investigación	68
3.4. Instrumentos de investigación	68
Capítulo 4: Estado actual del centro de datos del INA	69
4.1. Estado actual general	69
4.2. Infraestructura arquitectónica	72
4.2.1. Descripción general	72
4.2.2. Áreas.....	75
4.2.3. Pasillos.....	75
4.2.4. Paredes.....	76
4.2.5. Pisos	76
4.2.6. Cielo raso	76
4.2.7. Puertas.....	77
4.2.8. Sistema de control de acceso	77
4.3. Infraestructura de telecomunicaciones	77
4.3.1. Área de telecomunicaciones	77
4.3.2. Equipo activo y pasivo	78
4.3.3. Sistema de cableado.....	85
4.3.4. Almacenamiento de los medios magnéticos	87
4.4. Infraestructura mecánica	88
4.4.1. Aire acondicionado.....	88
4.4.2. Ventilación	89
4.4.3. Seguridad.....	89

4.4.4. Protección contra incendios	90
4.5. Infraestructura eléctrica	91
4.5.1. Sistema de transferencia eléctrica	91
4.5.2. Generador de energía eléctrica	92
4.5.3. Sistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS)	93
2.5.4. Conexión a tierra.....	94
4.5.5. Iluminación.....	94
Capítulo 5: Propuesta de reingeniería del centro de datos del INA.....	96
5.1. Sistema arquitectónico	97
5.2. Sistema telecomunicaciones	105
5.3. Sistema mecánico	112
5.4. Sistema eléctrico	115
5.5. Plan de gestión de costos.....	122
5.6. Plan de operación lógica	126
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones	130
6.1. Conclusiones	130
6.2. Recomendaciones	133
Capítulo 7: Referencias bibliográficas	135
Capítulo 8: Anexos	137
8.1. Anexo 1	137
8.2. Anexo 2	138
8.3. Anexo 3	139

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama del Instituto Nacional de Aprendizaje	18
Figura 2. Organigrama de la Gestión de Tecnologías de Información del Instituto Nacional de Aprendizaje.....	21
Figura 3. Ubicación geográfica de la Sede Central del INA en La Uruca	22
Figura 4. Diseño conceptual de un centro de datos.....	41
Figura 5. Ubicación de los gabinetes y los pasillos fríos / calientes de un centro de datos	49
Figura 6. Conexión del sistema de tierras de la infraestructura de telecomunicaciones.....	66
Figura 7. Ubicación del edificio de tres niveles en la Sede Central del INA	72
Figura 8: Edificio de tres niveles que alberga el centro de datos del INA	73
Figura 9. Croquis del primer piso del edificio donde se localiza el centro de datos	74
Figura 10. Croquis del centro de datos del INA.....	75
Figura 11. Pared del centro de datos	76
Figura 12. Pasillo frío y caliente del centro de datos del INA	85
Figura 13. Unidad de aire acondicionado de precisión del centro de datos del INA	88
Figura 14. Sensores y rociadores	90
Figura 15. Panel de control manual	90
Figura 16. Panel de control emergencia	90
Figura 17. Agente limpio ECARO-25	90
Figura 18: Diagrama de conexión de transferencia eléctrica	91
Figura 19. Diagrama de conexión del generador de energía eléctrica del centro de datos del INA.....	92
Figura 20. Diagrama de conexión de UPS del centro de datos del INA.....	93
Figura 21. TGB del centro de datos del INA	94
Figura 22. Paneles de vidrio del Centro de datos del INA.....	95
Figura 23. Lámparas tipo fluorescentes del centro de datos del INA	95
Figura 24. Piso del centro de datos del INA	98
Figura 25. Kit anclaje al piso para gabinete	106
Figura 26. Kit anclaje al cielo raso para gabinete.....	106
Figura 27. Pasillos frío y calientes del centro de datos	107
Figura 28. Desorganización de cables por detrás de los gabinetes	108
Figura 29. Accesorios para organizar cableado	109
Figura 30. Esquema de aire acondicionado de precisión propuesto.....	114
Figura 31. Propuesta de sistema eléctrico redundante	117
Figura 32. Cable TSJ y THHN.....	118
Figura 33. Diagrama de conexión propuesto del sistema de puesta a tierra del centro de datos.....	122

Índice de Tablas

Tabla 1. Oportunidades de ahorro de energía	39
Tabla 2. Inventario de los gabinetes del centro de datos del INA	80
Tabla 3. Inventario de los gabinetes de telecomunicaciones del centro de datos del INA.....	82
Tabla 4. Enlaces de datos del INA a nivel nacional	83
Tabla 5. Calculo de la carga térmica para el área de telecomunicaciones	113
Tabla 6. Calculo de capacidad de generador eléctrico propuesto.....	119
Tabla 7. Calculo de sistema ininterrumpido de energía eléctrica propuesto	120
Tabla 8. Presupuesto de la propuesta de reingeniería del centro de datos del INA	125

Capítulo 1: Introducción

1.1. Descripción general

La necesidad de transmitir la información es imprescindible en cualquier organización hoy, y en los últimos años se ha venido dando un incremento acelerado tanto en el volumen de información generada y requerida por las organizaciones; así como el número y variedad de dispositivos que tienen acceso a ella dentro y fuera una entidad.

Y no es la excepción para el Instituto Nacional de Aprendizaje, una institución autónoma de Costa Rica que brinda servicios de capacitación y formación profesional en educación; la cual cuenta con nueve Unidades Regional, once Núcleos especializados y cincuenta y siete Centros de Formación Profesional a lo largo de todo el territorio Nacional.

Desde su creación el Instituto Nacional de Aprendizaje ha venido experimentado un crecimiento continuo y considerable en la cantidad de funcionarios administrativos, docentes y población estudiantil; así como de infraestructura en todas las provincias del país; con ello ha venido acrecentando la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que le permitan realizar una gestión institucional eficiente a nivel de servicios de tecnologías de información.

Es por ello; que este proyecto plantea realizar una propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje, ubicado en la Sede Central en La Uruca, la cual le permita contar con un centro de datos, para el manejo correcto del tráfico, procesamiento y almacenamiento de la información; además, que cuente con medidas de seguridad para garantizar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información.

El proyecto está estructurado en tres secciones; la primera corresponde a investigar y analizar las normas y estándares que rigen el diseño de un centro de datos. En la segunda, se elabora el diagnóstico de la situación actual del centro de datos en funcionamiento de la Institución. Y la tercera sección, se plantea la propuesta de reingeniería del centro de datos de acuerdo con los requerimientos institucionales, que soporten la visión, misión y estrategias que la Organización tiene definidas; además, sustentado en lo obtenido en la segunda sección de este proyecto, pues permite conocer el estado real con que se cuenta actualmente.

El nuevo diseño del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje debe responder a características deseables como son la flexibilidad, la rentabilidad y la capacidad para supervisar y gestionar de forma proactiva las operaciones de la Organización, de tal forma que garantice la continuidad del negocio y una mejora constante. Incluye flexibilidad, ya que los centro de datos deben ser capaces de responder ante cualquier eventualidad y nuevos requisitos según las necesidades estratégicas de la Institución. En cuanto a rentabilidad, el centro de datos debe ser más rentable respecto del presupuesto asignado a la Unidad Organizativa, lo cual facilite tener un retorno de la inversión sobre la infraestructura, así como de los gastos operativos en que se incurren con requerimientos existentes o nuevos que se presenten sobre la operación.

Y por último; la supervisión, la cual se proporciona mediante herramientas de gestión la automatización de las operaciones diarias, así como la detección y alertas de forma eficientes ante cualquier eventualidad o fallo que afecten el correcto funcionamiento del centro de datos.

Por tanto; se hace necesario que el diseño del Centro de Procesamiento de Datos cuente de forma asertiva con un planteamiento desde las etapas iniciales, el cual permita tener mayor control y poder prever o evitar que se produzcan errores en la marcha del proyecto, de forma que se asegure un resultado exitoso de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la Organización.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Descripción de la empresa

1.2.1.1. Reseña histórica del Instituto Nacional de Aprendizaje

Según [15], antes de constituirse el Instituto Nacional de Aprendizaje, el aprendizaje de los oficios en Costa Rica se daba por iniciativa de organizaciones religiosas, diferentes grupos sociales, iniciativas de particulares o de las mismas empresas; pero su existencia era efímera y cuando surgían iniciativas privadas, como en el caso de las ramas comerciales, funcionaban descoordinadamente y sin ningún control estatal.

La razón decisiva para el surgimiento del Instituto Nacional de Aprendizaje fue la búsqueda de un esquema institucional innovador, que diera respuesta adecuada a las necesidades de mano de obra técnica de alta calidad, requerida con urgencia para apoyar el proceso de industrialización que se iniciaba.

En 1959 se constituyó la Oficina de Capacitación Social y Aprendizaje, la cual requería de recursos económicos propios y un marco legal apropiado para cumplir a cabalidad la enorme tarea de formar la población trabajadora que los sectores productivos demandaban, esto sentó las bases para la creación del Instituto Nacional de Aprendizaje, pasando su personal y sus bienes a constituir el primer patrimonio del Instituto Nacional de Aprendizaje.

El 17 de enero de 1968 se colocó la primera piedra de lo que sería el nuevo edificio del Instituto Nacional de Aprendizaje, ubicado en una finca, propiedad de la Caja Costarricense del Seguro Social en La Uruca, donde se construyeron 16 aulas y 16 talleres, para impartir cursos de Mecánica de Vehículos, Construcciones Industriales y Electricidad.

El Instituto Nacional de Aprendizaje fue estructurado como una entidad de capacitación, independiente del sistema formal de educación, dotada de autonomía y con ágiles mecanismos de comunicación con el mercado de trabajo; su financiamiento se basó en la recaudación por parte de las empresas públicas y privadas de un porcentaje fijo de la planilla y su conducción se confió a un equipo multisectorial, donde participaron representantes de los grupos directamente involucrados, sector trabajador, sector empleador y Gobierno.

La creación del Instituto Nacional de Aprendizaje; el 21 de mayo de 1965, obedeció a la iniciativa de un grupo de personas costarricenses, encabezadas por el Dr. Alfonso Carro Zúñiga, Ministro de Trabajo y Bienestar Social durante el Gobierno de don Francisco J. Orlich Bolmarcich (1962 - 1966), quienes manifestaron su preocupación por solucionar, por un lado la educación de miles de jóvenes de escasos recursos económicos, que no podían acceder a la educación formal y, por otro, apoyar el desarrollo económico del país, que adoptaba el modelo de sustitución de importaciones, que imponía una acelerada industrialización, para la cual se requería de mano de obra calificada a nivel técnico, no disponible en el país para esa coyuntura.

1.2.1.2. Misión

Según [15]:

“Es una institución autónoma que brinda Servicios de Capacitación y Formación Profesional a las personas mayores de 15 años y personas jurídicas, fomentando el trabajo productivo en todos los sectores de la economía, para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo económico-social del país.”

El Instituto Nacional de Aprendizaje tiene como misión brindar servicios de capacitación y formación profesional que les permite a las personas adquirir competencias para desarrollarse en ámbitos laborales e insertarse en el mercado laboral ya sea como empleado, o bien, desarrollar de su propia empresa, para beneficiar a familias completas y al progreso económico de Costa Rica.

1.2.1.3. Visión

Según [15]:

“Ser la institución educativa de formación profesional, de calidad, accesible, flexible, oportuna e innovadora que contribuya al desarrollo de las personas y al progreso del país.”

La visión del Instituto Nacional de Aprendizaje es una declaración visible de hacia dónde se dirige la Organización en el largo plazo; de ser una institución de formación profesional que tenga características diferentes a otras en su área a nivel del país, como son la accesibilidad a los servicios de capacitación, flexibilidad de horarios, innovadora en sus currícula que permitan un desarrollo sostenible a las personas mayores de 15 años y personas jurídicas.

1.2.1.4. Valores

Los tres valores institucionales en que se basan los principios y valores éticos de la organización según [15] son:

El Bien Común: Suma de las condiciones de la vida social que permiten que las personas libremente den forma a sus vidas.

Tolerancia: Es el respeto a las ideas, creencias o prácticas de los demás cuando son diferentes o contrarias de las propias.

Responsabilidad: Es el valor que permite a una persona reflexionar, administrar, orientar y valorar las consecuencias de sus actos.

Los valores institucionales son los principios que rigen el quehacer de las organizaciones, y para el Instituto Nacional de Aprendizaje el bien común, la tolerancia y la responsabilidad constituyen estos principios que inspiran cada día a ser una institución con una alta gestión para bienestar de su personal administrativo, docente y estudiantes.

1.2.1.5. Organigrama institucional



Figura 1. Organigrama del Instituto Nacional de Aprendizaje.

Fuente: [18].

En la Figura 1 se muestra el organigrama del Instituto Nacional de Aprendizaje, la cual es una entidad autónoma y su Junta directiva está formada por:

- Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Aprendizaje.
- Ministro de Educación Pública.
- Ministro de Trabajo y Seguridad.
- Representante del Sector Sindical
- Representante del Sector Cooperativo.
- Representante del Sector Solidarista.
- Representante del Sector Empresarial.
- Representante del Sector Empresarial
- Representante del Sector Empresarial

El servicio que brinda el Instituto Nacional de Aprendizaje es:

Servicios de capacitación y formación profesional de calidad para forjar recurso humano competente que responda a las demandas de los sectores productivos.

El Instituto Nacional de Aprendizaje está formado por nueve Unidades Regionales, once núcleos y cincuenta y siete Centros de Formación Profesional:

1. Unidad Regional Central Oriental.
2. Unidad Regional Central Occidental.
3. Unidad Regional Cartago.
4. Unidad Regional Brunca.
5. Unidad Regional Chorotega.
6. Unidad Regional de Heredia.
7. Unidad Regional Caribe.
8. Unidad Regional Pacífico.
9. Unidad Regional Huetar Norte.

Los clientes del Instituto Nacional de Aprendizaje son:

- Personas mayores de 15 años.
- Personas jurídicas.

1.2.1.6. Organización de la Gestión de TIC.

En la Figura 2, se muestra el organigrama de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación (GTIC) del Instituto Nacional de Aprendizaje; la cual está conformada por cuatro Unidades; la primera es la Unidad de Servicios Virtuales (USEVI), que se conforma por dos procesos; el de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas y el de Transferencia y Operaciones de Servicios Virtuales, que se encargan de diseñar herramientas para impartir diferentes servicios de capacitación y formación profesional.

La segunda es la Unidad de Informática y Telemática (USIT), que alberga tres procesos; el de Operación de Servicios, Infraestructura de Servicios y Sistemas de Información; que se encargan de todo lo referente a monitoreo, mantenimiento de la red tanto administrativa como docente y de los sistemas de información institucionales.

Como tercer Unidad se encuentra la de Soporte de Servicios de Tecnológicos (USST), la cual se encarga de dar el servicio de soporte técnico en la sede central de La Uruca. La última Unidad es la de Administración de Proyectos (UAP), que tiene a cargo todos los proyectos de tecnologías de información. Y para finalizar; se encuentra Seguridad de Tecnologías de Información, esta pertenece directamente a la Gestión de TI.

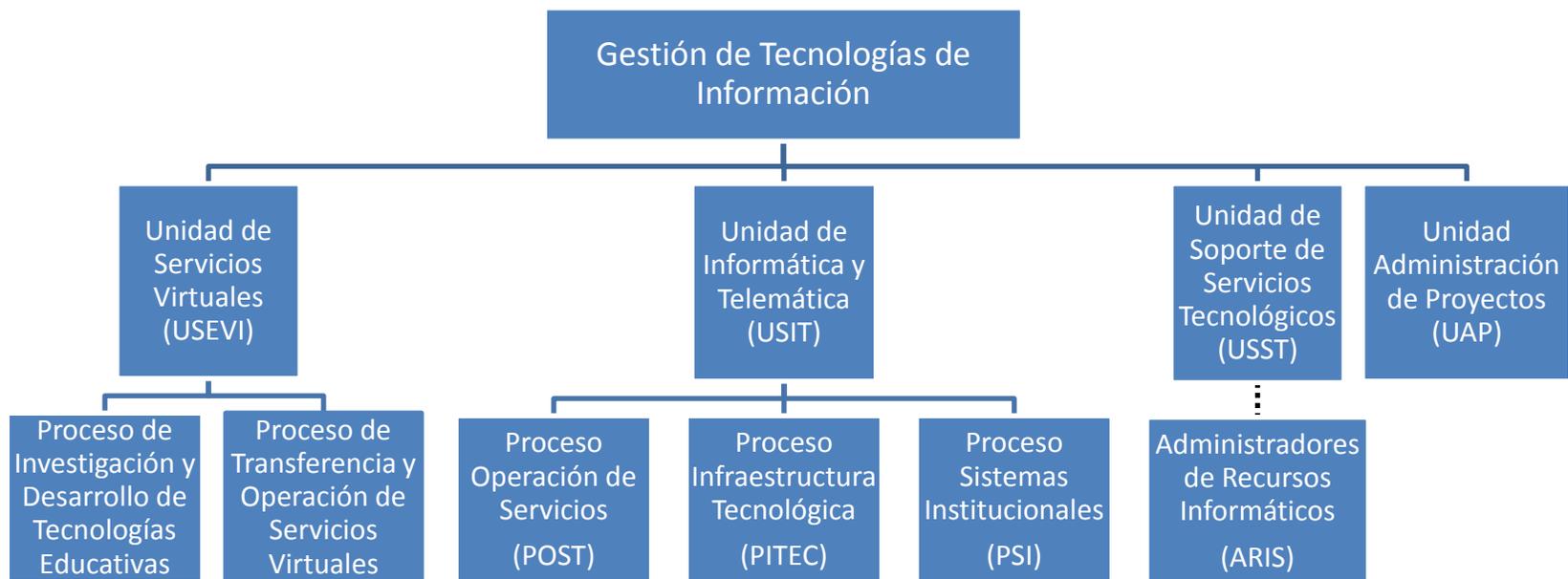


Figura 2. Organigrama de la Gestión de Tecnologías de Información del Instituto Nacional de Aprendizaje.
 Fuente: Unidad de Soporte de Servicios Tecnológicos del Instituto Nacional de Aprendizaje.

1.2.1.7. Ubicación geográfica

En la Figura 3, se muestra la ubicación geográfica de la Sede Central del Instituto Nacional de Aprendizaje:

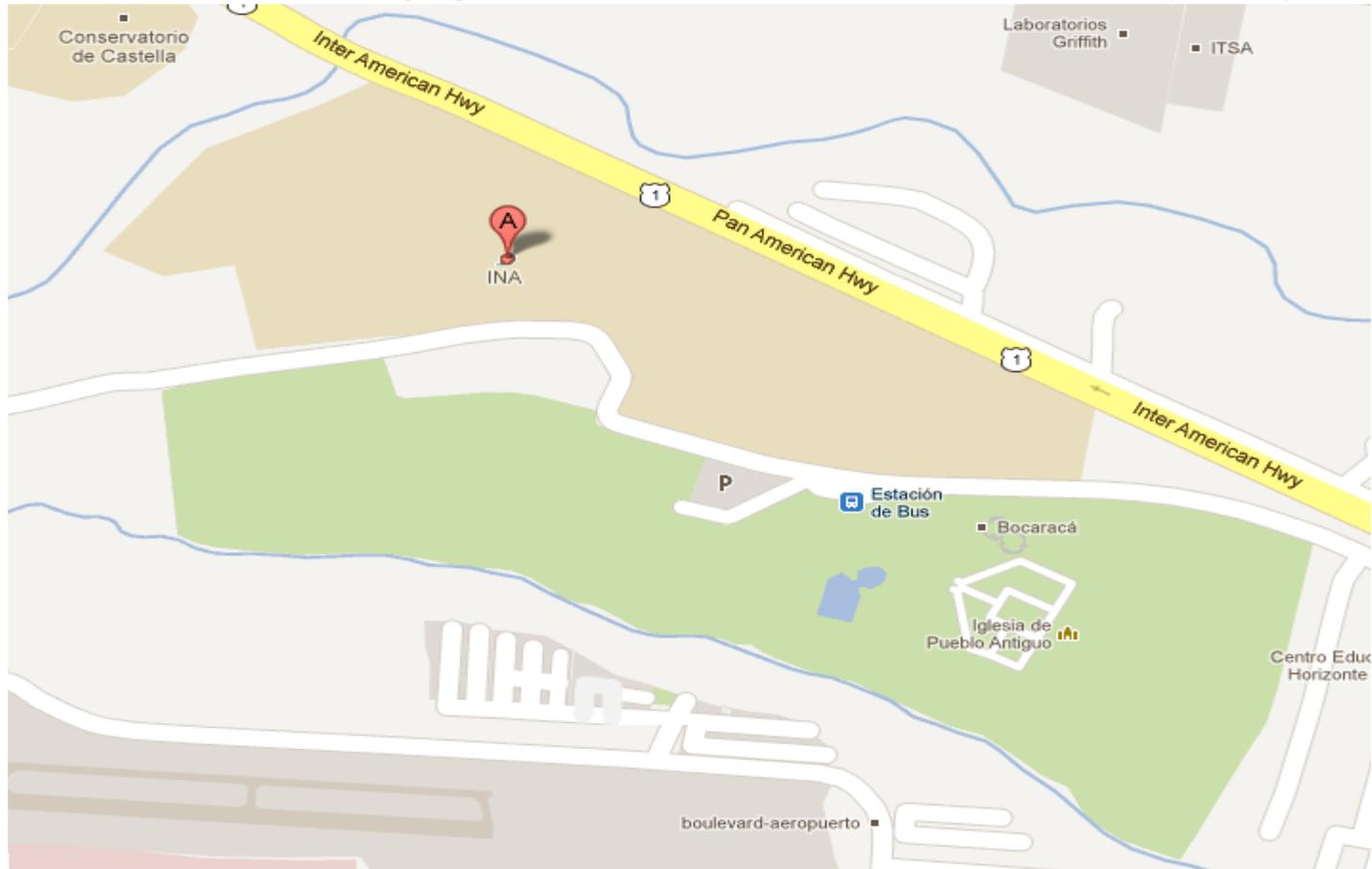


Figura 3. Ubicación geográfica de la Sede Central del INA en La Uruca.

Fuente: [8].

1.2.1.8. Centro de datos actual

Por la naturaleza de la Institución; se requiere responder ante un constante cambio y mejora, tanto en el área docente como en el área administrativa. Desde los laboratorios de docencia para impartir cada uno de los Servicios de Capacitación y Formación Profesional, hasta las unidades organizativas las cuales laboran casi en su totalidad con procedimientos automatizados, que permiten a la Institución responder a las necesidades de capacitación y formación profesional de la población del país.

De acá que el contar con un centro de datos ágil y robusto que garantice la continuidad de los procesos de la Institución es de suma importancia para la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación de esta.

A continuación se realiza una descripción de cómo han venido evolucionando las tecnologías de información en la Institución, dichos datos fueron suministrados por la Unidad de Informática y Telemática, la cual administra el centro de datos institucional.

El Instituto Nacional de Aprendizaje se creó en 1965, y como en la mayoría de instituciones, la informática surge del Departamento de Financiero Contable; y en esta organización no fue la excepción, alrededor de 1975 se da inicio con los primeros pasos en la informática, orientados básicamente a sistemas de información, mantenimiento de soporte tecnológico y a la programación del Proceso de Planillas; específicamente en el área de digitación, generación de cifras de control, emisión de reportes, aplicación de aumentos, revalorizaciones entre otros.

Para finales de los setentas e inicio de los ochenta se da un crecimiento acelerado respecto al comportamiento pasado, tanto de personal como de infraestructura física del Instituto, aunado a ello el auge tecnológico que se experimentaba tanto en el país como en el exterior generó un aumento en la adquisición de tecnologías de información, conllevando al aumentando del parque tecnológico y, por consiguiente, acrecentando las necesidades por satisfacer de los y las funcionarias, a nivel de soporte técnico y automatización de proceso más ágiles y robustos para las labores cotidianas. Debido a esta necesidad se crea en 1978 el Departamento de Cómputo, el cual depende organizativamente de la Gerencia General y constituía uno de los ejes principales en el desarrollo técnico y profesional de la Organización.

Años después en 1985; se creó la Comisión Gerencial del Instituto Nacional de Aprendizaje (SIGINA), la cual tenía como objetivo principal facilitar a nivel institucional el acceso a los datos electrónicos mediante una red, lo cual dio origen al desarrollo e implantación en el campo de la telemática y para esa época la Institución tenía una red de datos obsoleta que utilizaba equipos terminales conectados a un equipo propietario Mainframe (computadora central), Data General MV18000, con líneas seriales y el protocolo utilizado era el X.28. Esta tecnología ocasionaba constantes y significativos problemas sobre todo en el momento de interconectarse con equipos y dispositivos de otros fabricantes.

Ya para la década de los noventa, la Institución hace un avance significativo, específicamente en el soporte físico de las telecomunicaciones; en lo referente a fibras ópticas, microondas digitales, la arquitectura y protocolos de comunicación

necesarios para dar soporte al auge tecnológico en continuo cambio y nuevos requerimientos del día a día de la Institución.

Para dar respuesta a estas necesidades, se genera un proyecto entre la Comisión de Informática y el Departamento de Cómputo de la Institución, para modernizar la infraestructura de telecomunicaciones; dando énfasis a diseños físicos de la red de comunicaciones, planes de contingencia y seguridad informática.

Aproximadamente para el periodo 1988-1990 ingresan servidores Dec 3000, con el objetivo de que permitieran albergar las bases de datos, en ese momento no se tenía claro el motor de base de datos, ya que no existía Oracle y Microsoft no tenía SQL Server. Básicamente lo que operaba eran Bases de Datos FOX, Dbase y otras que no eran multidimensionales o relacionales; ya para 1992 ingresan a la Unidad de Servicios Informáticos y Telemáticos servidores Sun Sparc20 y se había determinado que Oracle sería la base de datos para los sistemas institucionales. Se comienzan a desarrollar los sistemas como el Financiero y el de Recursos Humanos, Sistema de Información Estudiantil y otros en ambiente carácter, contratados por Outsourcing.

El Centro de Cómputo se componía de seis servidores Sun Sparc20 y los Dec 300/300; y en ciertas Unidades Regionales que servían de servidores de bases de datos locales, por ello las bases de datos estaban distribuidas, no como están actualmente centralizadas en la Sede Central; estos servidores siempre han estado en la plataforma UNIX y Oracle, luego se incorporan servicios como correo electrónico en servidores X86 en plataforma Windows NT, página Web e Intranet; con estos equipos se mantiene varios años hasta que se cambian a los que se tiene actualmente.

En el 2008; se procede a la adquisición e instalación de un sistema de respaldo ininterrumpido de 10 KVA, el cual se agregó al sistema existente y permitió proveer protección ante fallas eléctricas a los equipos de cómputo y comunicación ubicados dentro del centro de datos.

En el 2009, se realiza la instalación de un enlace de datos de fibra óptica de seis hilos; tipo multimodo que comunica el centro de datos y un sitio alterno ubicado dentro de las mismas instalaciones de la Organización, con el fin de interconectar y brindar los servicios de comunicación necesarios que permitan una redundancia en cuanto a servicios críticos de la Institución y poder disponer de una replicación del centro de datos principal en este sitio secundario.

En este mismo año; se realiza la instalación de un sistema de cámaras de vigilancia, el cual es una herramienta necesaria para que el personal de la Unidad de Servicios de Informática y Telemática tenga control de lo que ocurre en las instalaciones físicas del centro de datos, así como contar con grabaciones y recuperación tanto de imágenes como de video de lo acontecido en el sitio.

A finales del 2009; a raíz de la necesidad mejorar y de mantener controladas la temperatura y humedad relativa en el centro de datos, se procede a la compra de un aire acondicionado de precisión con una capacidad de 36 000 BTU/HR.

En cuanto a almacenamiento, el centro de datos cuenta actualmente con un sistema de almacenamiento SAN (Storage Area Network); el cual da soporte a cuarenta servidores que albergan los veinticuatro sistemas de información institucionales, los servicios como antivirus, acceso a Internet, controladoras de los dos dominios docente y administrativo, correo electrónico, terminal remota,

servicios de bases de datos, aplicaciones cliente/servidor y todos los servicios de seguridad de la red de datos (firewall, servidores virtuales, servidor web, notificador / buscador, infoweb, correo externo OWA).

1.2.1.9. Oportunidades y amenazas del proyecto

El objetivo del rediseño del centro de datos es lograr que el Departamento de Tecnologías de Información pueda alinearse a los demás procesos de la Organización y facultará entre otros beneficios aumentar la eficiencia, agilidad y escalabilidad. Ya que el centro de datos será capaz de responder de forma oportuna ante los requerimientos tan cambiantes, pues por su naturaleza de institución pública debe responder a diferentes indicadores de productividad dictados por el gobierno central del país. Se busca una reducción tanto en los costos de gestión como en los costos energéticos; en el primer caso, se busca la reducción de la complejidad de la gestión causada por la existencia de diversos sistemas operativos y diferentes formas de administrarlos, lo cual provoca altos ratios de servidores. En el caso de los costos energéticos, se pretende aumentar la eficiencia en el uso de la energía que sea más amigable con el medio ambiente. En cuanto a agilidad, el nuevo diseño le permite a la Institución ser capaz de afrontar cualquier cambio, o bien, mitigar el impacto en gran medida del efecto que pueda ser ocasionado; logrando que el Centro de Procesamiento de Datos responda de forma sencilla y rápida ante la implantación de cualquier proceso de gestión de configuración, procesos estándares para determinada actividad, así como la implantación de equipos nuevos en un corto tiempo. Cualquier reconfiguración tanto a nivel de infraestructura de comunicaciones como de cableado, puede ser realizada en cuestión de minutos sin necesidad de un despliegue tedioso y engorroso.

Ahora en lo que respecta a la escalabilidad, el Centro de Procesamiento de Datos será capaz de gestionar con una mayor eficiencia en todos los servicios de tecnologías de información y comunicación que se brindan en las nueve Regionales de la Institución, distribuidas a lo largo de todo el país, otorgando un manejo eficientemente del gran volumen de usuarios y tráfico de datos; lo cual se logra mediante el análisis de cada uno de los equipos activos y pasivos, en cuanto a su capacidad y robustez de acuerdo con los requerimientos actuales y previstos a largo plazo en la Institución. Además, que facilita mitigar los efectos que podría ocasionar algún elemento de riesgo, de origen natural (inundaciones, fuego, frío, terremotos, rayos, fallos eléctricos), de origen humano (fallos en equipos, vandalismo, fallo humanos intencionales, sabotaje), o bien, de origen de los datos de la red (saturación de la red, virus).

En cuanto a posibles amenazas que pueden surgir en el desarrollo del proyecto, se encuentra la falta de disponibilidad de tiempo por parte de las personas encargadas de los procesos pertenecientes a la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación de la Institución, para recolectar la información necesaria, falta de documentación de la red, que impida tener una fuente de información veraz y, por ende, dificultad para realizar un diagnóstico más cercano a la realidad del centro de datos actual.

1.2.2. Descripción del problema

El proyecto se desarrolla en una institución autónoma de Costa Rica, que tiene como función principal brindar capacitación y formación profesional a personas mayores de 15 años y personas jurídicas. Actualmente la Institución cuenta con nueve Unidades Regionales y cincuenta y siete Centros de Capacitación y Formación Profesional en todo el país; y brinda servicios de tecnologías de información y comunicación a personal administrativo y docente, el cual ronda acerca de 5000 mil funcionarios; así como la comunidad estudiantil. La Organización cuenta con dos dominios de red; uno para el área administrativa, y el segundo para el área docente; destinada a laboratorios de cómputo, redes, diseño gráfico, idiomas, salas de estudiantes, entre otros.

Al transcurrir los años, esta Institución ha venido sufriendo un crecimiento exponencial a nivel de personal, infraestructura y políticas institucionales que obedecen al Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno de Costa Rica. Aunado a esto, como ente propulsor de capacitación de la mano de obra costarricense, se ve en la necesidad de contar con la tecnología de punta que se encuentra en el sector laboral para brindar a los egresados las herramientas y conocimientos requeridos en el mercado laboral actual.

El Instituto Nacional de Aprendizaje al igual que cualquier otra institución pública en Costa Rica, debe contribuir de forma íntegra con otras organizaciones que tengan los objetivos estratégicos con algún grado de ligamen y respondan a un plan de gobierno. Entre las organizaciones externas al Instituto Nacional de Aprendizaje que deben trabajar estrechamente en transferir datos están el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS), Ministerio de Educación Pública, Municipalidades, Ministerio de Salud, entre otros.

Ante estos requerimientos, es importante recalcar que todo el rediseño del centro de datos de la Institución debe cumplir con los requisitos técnicos establecidos por la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación Institucional, así como la normativa evaluada por la Auditoría Informática Interna Institucional, además por la normativa dictada por la Contraloría General de la República de Costa Rica y, por supuesto, debe responder a las normas y estándares internacionales en materia de diseño de los centro de datos e implantación de las buenas prácticas.

1.2.3. Trabajos similares

De acuerdo con la estructura organizativa, la administración del centro de datos actual de la Institución, está a cargo de la Unidad de Informática y Telemática (USIT), específicamente del Proceso de Infraestructura Tecnológica, en la cual no se ha realizado ningún estudio o análisis de una reestructuración total de dicho centro de datos, únicamente se han realizado proyectos de adquisición de nuevas tecnologías en cuanto a equipo activo y sistema de almacenamiento; los cuales han sido desarrollados con el fin de complementar los actuales o sustituir los obsoletos.

De esta forma la mayor parte de la información por recolectar y determinar para el adecuado desarrollo del presente proyecto, será mediante la entrevista a los expertos en dicha unidad informática, así como la observación que se realizará en el sitio en estudio, mediante la aplicación de diferentes herramientas con el objetivo de obtener la información con la mayor objetividad y realismo posibles.

1.3. Definición del problema

El Instituto Nacional de Aprendizaje es una institución autónoma pública, cuya finalidad es la formación profesional para brindar conocimiento y habilidades de alta calidad a las personas para que logren insertarse en el mercado laboral de manera exitosa.

De acá la necesidad de desarrollar un proceso de evaluación técnica objetiva de su Centro de Procesamiento de Datos institucional, que posibilite obtener las fortalezas y debilidades de su funcionamiento; y proporcionar así una reingeniería que esté orientada a subsanar las debilidades encontradas y poder brindar continuidad al servicio con el fin de que el área de tecnologías de información y comunicación sea un habilitador de la organización y contribuya de forma estrecha a respaldar cada uno de los lineamientos estratégicos del Plan Estratégico Institucional.

Por tanto, ¿Cómo puede cumplir con los estándares y lineamientos tanto a nivel nacional como internacional en materia de diseño de data center e implantación de buenas prácticas el centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje?

Así la búsqueda de esta respuesta llevará al desarrollo del presente proyecto, logrando como objetivo la evaluación de las condiciones actuales del centro de datos y a una reestructuración de este basadas en las deficiencias encontradas, que den pie a una propuesta concreta, ágil y viable; con la intención de minimizar la materialización de riesgos y aumentar la contingencia, así como la calidad del servicio brindado tanto a lo interno como externo de la Organización.

1.4. Justificación

Debido a constantes fallas que provocan la interrupción de servicios y como plan de modernización de las tecnologías de información en el INA; se requiere realizar una solución integral, modular, escalable y segura que permita satisfacer los requerimientos funcionales propios para un centro de datos, y en específico soportar el funcionamiento de los servicios de TI que respaldan los procesos de la Institución.

Actualmente se brinda los servicios de tecnologías de información aproximadamente a 5000 personas funcionarias del área administrativa y personal docente, así como alrededor de 300000 personas participantes por año en los servicios de capacitación y formación profesional a lo largo de todo el territorio costarricense. Entre estos servicios se encuentran:

- Acceso a internet: para labores propias administrativas como transferencias económicas a bancos, consultas de bienes al Registro Nacional de la Propiedad para procesos de ayudas económicas, investigaciones, revisión de publicaciones en La Gaceta Digital, entre otras. En el área docente se requiere en los 139 laboratorios de cómputo e idiomas, en las salas del personal docente para preparación del material didáctico, investigaciones, etc.
- Intranet: este servicio se brinda solo al personal administrativo y personas docentes, para acceso a reglamentos institucionales, al Sistema de Gestión de Calidad, acceso a los sistemas de información institucionales, acceso a la plataforma de gestión de incidentes de soporte técnico, en general información institucional.
- Correo electrónico: al personal administrativo y docente se brinda mediante la plataforma de Microsoft Exchange, con una capacidad del buzón de 200 Mbytes por funcionario, mediante el acceso por el cliente Outlook o bien por Outlook Web App. Para las personas participantes de los servicios de capacitación se brinda el servicio mediante el Office 365.
- Sistemas de información: la mayoría de actividades de los procesos institucionales se encuentran soportados por algún sistema de información institucional; se cuentan con 25, de los cuales que son utilizados por todo el personal administrativo y docente son el sistema de recursos humanos (SIRH), el sistema de materiales (SIREMA) para la gestión de viáticos, el sistema de transportes (SICOVE) para tramitación de solicitudes de transporte, el sistema de bienes e inventarios (SIBI) y el sistema estadístico y monitoreo de servicios de capacitación y formación profesional (SEMS) utilizado por todos los docentes para liquidación de los servicios. Los demás sistemas de información son usados por diferentes procesos de la institución. La plataforma de desarrollo de todos los sistemas es Oracle Forms & Reports 10Gbytes, con bases de datos Oracle 11Gbytes y la plataforma de tecnología es Redhat.

- Centro virtual de formación: este servicio permite brindar educación en línea a la población estudiantil las 24 horas los 7 días a la semana, así como la administración y creación de material didáctico. Aproximadamente 14500 matrículas se registran anualmente en este tipo de modalidad.
- Sitio web: permite el acceso a información de la institución correspondiente a información de cursos, servicios en línea, cursos virtuales, PYMES, bolsa de empleo, entre otros.
- Dominios de red: se cuenta implementado dos dominios de red, uno de correspondiente al área administrativa y otro al área docente. Por tanto, se brinda los servicios de TI aproximadamente a 1600 microcomputadoras administrativas y 2500 microcomputadoras en el área docente en laboratorios de cómputo, idiomas, diseño gráfico, entre otros.
- Antivirus: se cuenta con una plataforma de antivirus que permite la protección a los equipos de escritorio y portátiles, servidores, tabletas, celulares, correo electrónico, administración, entre otros; tanto para la red administrativa como docente.
- Otros servicios: seguridad de TI en ambos dominios de red, videoconferencia, red de área de almacenamiento, servidores de archivos, servidores de impresión, entre otros.

Estos servicios han venido sufriendo constantes interrupciones causadas por fallas en el modelo operativo físico – ambiental, específicamente en tres subsistemas. El ambiental, ya que se han registrado en promedio tres fallas anuales debido al mal funcionamiento de una de las dos unidades de aire acondicionado de precisión instaladas, no soportando la carga total del centro de datos por la unidad que continua funcionando; lo que provoca que se deba realizar el apagado controlado de toda la infraestructura tecnológica albergada en el sitio, en periodos que van desde horas hasta dos días completos. El segundo subsistema; el generador eléctrico, ha presentado inconvenientes en la continuidad del servicio en promedio de cinco fallas anuales, debido a que éste no ha dado el respaldo eléctrico necesario cuando falla el fluido eléctrico del proveedor de servicios en la zona, por incidentes presentados fuera de las instalaciones y cortes eléctricos programados; no se cuenta con un sistema de monitoreo que permita emitir alarmas en caso de desabastecimiento de combustible, provocando el apagado abrupto del equipo y por tanto, el apagado de todo el centro de datos. Y el tercer, el subsistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS) que presenta falencias aunado al sistema de transferencia eléctrica, estos se han presentado con más frecuencia en promedio de siete fallas anuales en periodos cortos pero que generan un apagado abrupto del centro de datos.

Por tanto; la GTIC debe garantizar el funcionamiento correcto y la continuidad de esta infraestructura, que soporta el funcionamiento de todos los servicios de tecnologías de la información de la institución; para lo cual, el INA debe realiza un proyecto a nivel institucional con las siguientes etapas:

1. Realizar el inventario de la infraestructura tecnológica y su rediseño del centro de datos: con el objetivo de brindar las condiciones idóneas y requerimientos funcionales para el correcto funcionamiento del centro de

datos. Para lo cual; se desarrolla el presente trabajo que tiene la finalidad de cumplir con esta primer etapa del proyecto, la cual es una de las más importante por su necesidad urgente de atacar el problema actual y de dar sustento a las dos etapas posteriores que permitirán contar con un renovado esquema de tecnologías de información a nivel institucional.

2. Alojamiento y mejoramiento de la infraestructura de tecnología de información: esta etapa consiste en un análisis del modelo operativo – lógico del centro de datos, con el objetivo de aprovechar de mejor manera los recursos alojados en el sitio; o bien, la adquisición de nuevo equipo que incrementen la confiabilidad y disponibilidad de la infraestructura del centro de datos.
3. Respaldo y continuidad en un centro de datos alterno: una vez cumplida las etapas anteriores, se garantiza un nivel aceptable para la institución de eficiencia y continuidad de los servicios de tecnologías de información; por tanto, esta tercer etapa es orientada a la redundancia de servicios que dan soporte a procesos críticos de la institución, en un centro de datos externo.

Es importante recalcar que durante el proyecto, no se considera como una posible solución al problema planteado sea a través de un tercero, para brindar servicios al centro de datos; por motivos de mantener la integridad y de seguridad de los datos. Se ha considerado que la institución cuenta con servicios de tecnologías de información que no son críticos y que el sector público tiene como política recuperar la infraestructura invertida por años con el fin de minimizar el impacto de los servicios, que son la razón de ser de la organización y que mediante la capacitación y formación profesional se pueda mantener personal de TI debidamente formado para cuidar los intereses del INA.

El INA es una institución sin fines de lucro, la misma opera información susceptible en cuanto a planillas de salarios de instituciones autónomas, semiautónomas, de los patronos particulares de todos los sectores económicos del país, excepto el sector agropecuario; información personal y socioeconómica de las personas participantes de los servicios de capacitación; información de la asesoría legal institucional, entre otros.

Por las razones expresadas es que el presente proyecto viene a brindar los primeros pasos hacia la consolidación de una infraestructura segura para albergar los equipos y servicios requeridos por el INA, lo que permite dar soporte a los procesos de la organización y están alineados con la misión y visión en cuanto a brindar servicios de capacitación y formación profesional con nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

1.4.1. Innovación

Desde su creación el 21 de mayo de 1965, el Instituto Nacional de Aprendizaje; ha venido sufriendo un crecimiento considerable tanto en cantidad de funcionarios administrativo y docentes, así como en las necesidades de satisfacer cada día la creciente demanda de la población estudiantil meta que atiende esta Institución.

A raíz de este crecimiento exponencial, se hace necesario desarrollar un rediseño del centro de datos; con el fin de facilitar el almacenamiento, procesamiento de la información de toda la Institución a nivel nacional, compartir recursos de hardware, proveer de acceso a Internet, facilitar el uso de “streaming”, proporcionar los servicios tecnológicos en los laboratorios de alta tecnología de diferentes servicios de capacitación y formación profesional, ofrecer acceso inalámbrico tanto a funcionarios, estudiantes y visitantes, así como brindar acceso a los sistemas de información, entre otros.

Dicha reestructuración dará cabida a nuevos servicios tecnológicos en la Institución, además de la creación de posibles nuevos procedimientos con el fin de lograr un cambio continuo en busca de una mejora constante en el servicio brindado tanto a funcionarios, docentes, estudiantes y visitantes, convirtiendo el Centro de Procesamiento de Datos en un recurso clave para la Organización y suministrando una infraestructura más confiable y estable que permita responder ante las necesidades actuales y poder ser flexible ante los cambios venideros.

1.4.2. Impacto

Con este proyecto se busca tener impacto de forma directa sobre la gestión del Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación de la entidad, específicamente en lo que respecta a eficiencia, disponibilidad y ahorro: Eficiencia, debido a que se ve la necesidad de reducir costos, como el consumo de energía que ha venido en ascenso debido a que conforme surgen nuevas necesidades de procesamiento y almacenamiento, se ha venido aumentando la cantidad de equipo; para lo cual, se busca el cambio a otras tecnologías como la virtualización, que aparte de reducir la cantidad de equipos, disminuye el consumo de aire acondicionado, se reduce sosteniblemente el costo por consumo de energía eléctrica, así como reducción del espacio físico al necesario.

En cuanto a la disponibilidad, se busca que el proyecto logre no solamente una reestructuración en la tecnología utilizada, sino que analice en detalle la infraestructura física, la arquitectura, la mecánica, las telecomunicaciones y la eficiencia eléctrica. En muchas ocasiones al concretar un proyecto de tecnología de información nuevo, se piensa y se invierte únicamente en la compra de servidores, equipo activo de comunicación y software; se deja de lado la infraestructura física siendo esta la que soporta todo este equipo y donde se generan la mayoría de fallas y tiempos muertos.

Ahora en lo que se refiere a ahorro, el proyecto trata de reducir los costos y maximizar los beneficios, mediante el estudio y análisis de acciones que se pueden implantar estratégicamente para el uso inteligente de la energía; como en las fuentes de poder, software de administración de energía, servidores tipo

“blade”, entre otros. Es importante para el desarrollo del tema, contar con un centro de datos amigable con el ambiente, pues esta es una estrategia a nivel institucional en sostenibilidad ambiental que fomenta el Instituto.

1.4.3. Profundidad

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar una propuesta de reingeniería del Centro de Procesamiento de Datos, para soportar las operaciones del Instituto Nacional de Aprendizaje a nivel nacional.

El término reingeniería en el presente proyecto es orientado al mejoramiento de condiciones de infraestructura del modelo físico – ambiental del centro de datos TI actual, donde existen fallas en las áreas de obra gris, aire acondicionado, eléctrico y comunicaciones vía alámbrica donde desea aplicar un cambio, y elaborar una nueva propuesta basados en el análisis actual y garantizar la continuidad de los servicios mediante nuevas tecnologías y nuevas técnicas de diseños en equipos, procedimientos, políticas y lineamientos de acuerdo a las mejores prácticas internacionales.

La reestructuración de cada uno de los sistemas en cuestión, como son el arquitectónico, telecomunicaciones, mecánico y eléctrico; busca brindar el soporte de los requerimientos de crecimiento y cambio previstos a largo plazo para la Institución.

Además; se desarrolla una propuesta del plan de gestión de costos que toma en consideración las mejores y adecuadas tecnologías de información y comunicación en el mercado nacional, optimizando al máximo la inversión financiera en que incurrirá la Institución para implantar la propuesta.

Por último; se garantiza un adecuado funcionamiento y continuidad del negocio en el momento de implantar la reestructuración propuesta, que dará un servicio óptimo a toda la infraestructura tanto administrativa como docente de la Sede Central y las nueve Regionales distribuidas a lo largo y ancho de todo el territorio costarricense.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje ubicado en la Sede Central en La Uruca, que permita compartir recursos y facilitar la comunicación de forma segura, ágil e íntegra para los servicios de la Internet e Intranet de la Institución.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Definir las normas y estándares para el diseño de un centro de datos para el Instituto Nacional de Aprendizaje.

2. Determinar la situación del centro de datos actual en la operación de los sistemas de procesamiento de datos, telecomunicaciones, almacenamiento y seguridad. Se seguirán los estándares de mejora que se adapten de una forma eficiente a las condiciones del Instituto Nacional de Aprendizaje.
3. Rediseñar el modelo operativo físico-ambiental de los componentes en sitio, de la infraestructura arquitectónica, mecánica, eléctrica y telecomunicaciones.
4. Plantear una propuesta económica de la solución.
5. Elaborar un plan para la ejecución del rediseño propuesto del centro de datos.

1.5.3. Alcance

El presente proyecto pretende dotar al centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje de las mejores características deseables con que puede operar un centro de datos en cuanto a alta disponibilidad, eficiencia y ahorro.

Como primer paso se estudiarán a nivel teórico los principales estándares y normas en cuanto a diseño de centro de datos, así como buenas prácticas que den sustento a la propuesta.

Se abarca la reestructuración específicamente en cuanto a esquema de conexión de los siguientes sistemas, primeramente estudiando la situación actual y posteriormente en la propuesta de reingeniería con base en los estándares y normas emitidas por ANSI, BICSI y TIA:

Sistema de infraestructura arquitectónica; se analizan las consideraciones sobre las infraestructuras físicas del centro de datos actual específicamente en la descripción de áreas, pisos, gabinetes, pasillos, paredes, techos y señalización.

Sistema de infraestructura de telecomunicaciones; lo referente específicamente al sistema de cableado estructurado y distribución del cableado.

Sistema de infraestructuras mecánicas, que permita definir las especificaciones idóneas en cuanto al sistema de aire acondicionado, al de seguridad física, de iluminación y el de detección y extinción de incendios.

Y para finalizar el sistema de infraestructura eléctrica; específicamente lo referente a la acometida principal eléctrica y de aire acondicionado, el tablero de distribución principal, el sistema de transferencia automática, el de respaldo eléctrico y la conexión a tierra.

A continuación se detalla lo que el presente proyecto no contempla en su desarrollo:

- Ningún tipo de planos constructivos, eléctricos, mecánicos, etc.
- Reingeniería arquitectónica en obra gris.
- Selección del sitio del centro de datos.
- Sistemas de mantenimientos de los sistemas desarrollados.
- Mediciones de cargas eléctricas completas.
- Reestructuración del sistema antisísmico del edificio.
- Consolidación de servidores.
- Planes de restablecimiento ante desastres.

1.5.4. Limitaciones

Dentro de las limitaciones del presente proyecto se encuentra el impedimento de brindar toda la información referente a la institución, ya que existe información susceptible y que por seguridad de la organización no debe ser expuesta al público en general.

Entre esta información se encuentran inventarios completos de la infraestructura de tecnologías de información albergados en el centro de datos, procedimientos internos de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación, información de procesos críticos de la institución, algunos aspectos de seguridad en lo que respecta a accesos lógicos y físico de la red de datos, información de historiales de averías y problemas registrados en los últimos años, determinada documentación sensible de la infraestructura tecnológica y disposiciones por parte de entidades reguladoras de la institución como son la Auditoría Informática Interna, la Contraloría General de la República.

Dicha información será expuesta en el momento de realizar la defensa del proyecto, ante el jurado examinador en donde se garantiza la confidencialidad y privacidad de la información brindada.

1.5.5. Entregables

En esta sección se describen a detalle los cinco entregables que serán conferidos en el presente proyecto, y cuyo objetivo es desarrollar cada uno de los pilares necesarios y proponer específicamente una reestructuración del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje de excelencia, basados en las buenas prácticas sobre Centros de Datos a nivel nacional e internacional:

Entregable N°1: Documento con los estándares y normas de diseño de centro de datos.

En este entregable se describen las principales normas, estándares y buenas prácticas para el diseño de un centro de datos, de acuerdo con los diferentes niveles de disponibilidad y confiabilidad que pueden ser implantados. Entre las normas y estándares se encuentran la norma ANSI/BICSI; del American National Standards Institute (ANSI), y la norma TIA 942; la cual es aprobada por TIA (Telecommunications Industry Association) y ANSI, que constituye una serie de recomendaciones y directrices para el diseño e instalación de infraestructuras de centro de datos basado específicamente en cuatro subsistemas, como son el de telecomunicaciones, arquitectónico, eléctrico y mecánico.

Entregable N°2: Diagnóstico del actual centro de datos.

Se puntualiza el estado real de cómo está operando el centro de datos, en cuanto a su arquitectura física, arquitectura de red, sistema mecánico, sistema eléctrico, el de enfriamiento y el de seguridad. El objetivo es definir los requerimientos y falencias existentes; constituyendo las bases necesarias para iniciar con el proceso de reingeniería del Centro de Procesamiento de Datos del Instituto Nacional de Aprendizaje.

Entregable N°3: Propuesta de reingeniería del centro de datos

Se desarrolla la propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje; basado en las necesidades y deficiencias analizadas en la sección anterior, el cual permita contar con un centro de datos que cumpla con alta disponibilidad y eficiencia en su operación; el cual sea un habilitador del resto de los procesos de la Organización y se convierta en un activo que responda ante los cambios y nuevas exigencias de una forma oportuna y eficaz.

Entregable N°4: Plan de gestión de costos

Este plan detalla la estimación de costos del proyecto completo; así como la elaboración del presupuesto de costos de implantar la propuesta de reingeniería del Centro de Procesamiento de Datos de la Organización.

Entregable N°5: Plan de operación lógica

El plan tiene como objetivo establecer los pasos por seguir para la implantación de la nueva propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje, al reducir al mínimo la probabilidad de incurrir en un fallo del servicio, lo cual sería muy costoso y perjudicial para la Organización.

Capítulo 2: Marco referencial

Estándares para el diseño de un centro de datos ANSI/BICSI/TIA

En este capítulo se describen las principales normas, estándares y buenas prácticas para el diseño de un centro de datos, de acuerdo con los diferentes niveles de disponibilidad y confiabilidad que pueden ser implantados. Entre las normas y estándares se encuentran la norma ANSI/BICSI; del American National Standards Institute (ANSI), y la norma TIA 942; la cual es aprobada por TIA (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones) y ANSI, que constituye una serie de recomendaciones y directrices para el diseño e instalación de infraestructuras de centro de datos basado específicamente en cuatro subsistemas, como son el de telecomunicaciones, arquitectónico, eléctrico y mecánico.

En esta sección se estudia la norma ANSI/BICSI 002-2011, la cual integra conceptos, requisitos y recomendaciones de otros documentos y normas tales como la ISO (Organización Internacional de Normalización), IEC (Comisión Electrónica Internacional), TIA, ASHRAE (Asociación Americana de Aires Acondicionados, Refrigeración y Calefacción), NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego), entre otros. Estas normas están orientadas a los temas de redes eléctricas, mecánicas, telecomunicaciones, seguridad y otra información relevante para el diseño de los centro de datos serán analizadas; así, presenta otras áreas que para este proyecto no serán tomadas en cuenta como la selección del sitio y aspectos de construcción del centro de datos.

2.1. Sistema arquitectónico [1]

En esta sección se analiza la información que se ha considerado relevante y necesaria para ser tomada en cuenta en la planificación y especificación del diseño arquitectónico del centro de datos de este proyecto.

2.1.1. Ubicación del centro de datos dentro del edificio

Si el piso se encuentra bajo el nivel del suelo, se hace necesario tener presente posibles infiltraciones de agua; por tanto, se deben considerar drenajes que funcionen correctamente, así como evitar el almacenado de materiales peligrosos o utilización de sótanos que puedan causar daños al centro de datos. Por tanto, el primer piso puede ser el más beneficiosos sobre todo para tener un fácil acceso, sin embargo, pueden utilizarse otros pisos superiores que tendrían una ventaja de estar fuera del alcance de inundaciones pero sí expuestos a otras amenazas como huracanes, vientos, sismos, entre otros.

2.1.2. Diseño eficiente

Se hace necesario tomar en cuenta políticas existentes y buenas prácticas en cuanto al manejo de carbono y amigable con el ambiente, con el fin de reducir al máximo el consumo de energía, bajando costos de operación pero aumentando la productividad logrando ventajas competitivas y cumpliendo con las normas. Y para lograr esta eficiencia, se debe de realizar el diseño como un todo y no efectuarlo por bloques dependiendo del área en cuestión.

En cuanto a la escalabilidad, se debe asegurar que el centro de datos será flexible ante las cambiantes necesidades en cuanto a energía, refrigeración, actualizaciones tecnológicas, durante toda la vida útil de las instalaciones. Lo que lleva al diseñador a tomar en consideración el aspecto de crecimiento en espacio y energía a través del tiempo, así como proyectar el modelo de crecimiento en referencia a potencia y rendimiento del sistema de enfriamiento requerido ante las necesidades cambiantes del entorno.

2.1.3. Métricas eficientes

Se hace necesario poder medir con el fin de permitir controlar la eficiencia en un centro de datos, de esta forma por ejemplo el consumo de energía en tiempo real permite establecer una línea base, de tal forma que para proyectos futuros y controles cotidianos se puedan comparar con dicha línea base, de forma que se logre documentar si existen cambios en la eficiencia. Actualmente, se ha estandarizado la eficiencia del centro de datos en dos medidas, la PUE y la DCiE:

- a. Eficacia en el uso de energía (PUE): Dividir la medida de la potencia consumida en el centro de datos entre la potencia consumida por los servidores, dispositivos de almacenamiento y otros equipos de cómputo. Un PUE considerado aceptable se encuentra entre el rango de 1,3 a 2, un centro de datos con un puntaje de 3 se considera con una gestión deficiente; este resultado puede alterarse de acuerdo con el tiempo y a múltiples variables que afectarían directa o indirectamente durante la vida útil de la infraestructura :

$$PUE = \frac{\text{Energía total del centro de datos}}{\text{Energía del equipo de cómputo}}$$

- b. Eficiencia de la infraestructura del centro de datos (DCiE): es el recíproco del PUE; ya que expresa la eficiencia en porcentaje y devuelve un valor de eficiente menor 1,0:

$$DCiE = \frac{1}{PUE} = \frac{\text{Energía del equipo de cómputo}}{\text{Energía total del centro de datos}} \times 100\%$$

2.1.4. Oportunidades de ahorro de energía

La eficiencia en el manejo de la energía en el centro de datos en muchas ocasiones se concentra en determinadas áreas donde se hace efectiva la mayor ganancia, en la Tabla 1 se detalla una aproximación del porcentaje de mejora y la respectiva área donde se puede obtener el beneficio. Se hace necesario tener presente estas áreas, así lograr maximizar las buenas prácticas y poder reducir al mínimo las falencias que pueden perjudicar la eficiencia en cuanto a energía en el centro de datos.

2.1.5. Rutas generales de acceso

El acceso al centro de datos es trascendental, pues permite un correcto manejo del tránsito de las personas y equipos y, por supuesto, de la seguridad de estos. En este apartado se describen los accesos al centro de datos, al equipo, acceso del proveedor de servicios a la sala de telecomunicaciones, el de proveedores y el acceso a servicios de soporte de equipo.

2.1.5.1. Acceso al centro de datos

Es necesario que la pendiente de las rampas de acceso sea no mayor a ocho grados, permitiendo el tránsito de forma adecuada de los montacargas manuales o bien de los gabinetes; el acceso debe contar con un ancho mínimo de 90 cm libres, tener pasamanos a ambos lados a una altura de 1,5 m. En caso de que solo se cuente con una rampa de acceso al centro de datos, esta debe cumplir con las especificaciones de acceso al espacio físico según las leyes que rijan el lugar, que permita el libre tránsito para una silla de ruedas. Para la seguridad del control de acceso al centro de datos, se puede implementar a base de personal o electrónica, incluso aunque este se encuentre ubicado dentro de otra sala la cual tiene el control de acceso.

2.1.5.2. Acceso de equipo

El centro de datos debe garantizar un acceso para los equipos que van a albergar en él, el cual debe permitir el paso de equipos de hasta 3 m de largo por 1,2 m de profundidad por 2,4 m de alto, y con un peso máximo de 3400 kg. Por lo general; las salas de apoyo como las de UPS, aire acondicionado, requieren de mayores dimensiones que las mencionadas anteriormente, por ello las rutas de equipos mecánicos y eléctricos deben ser lo suficientemente grandes como para permitir la instalación tanto de equipos nuevos como del retiro de los antiguos, para lo cual se debe contar con una altura mínima libre de 2,7 m. sin dejar de lado contemplar si se tiene instalada o prevista la adquisición de algún equipo y su movimiento mayor al señalado anteriormente, con el fin de ajustar la altura de la infraestructura a las condiciones necesarias de dicho equipo especial.

Tabla 1:
Oportunidades de ahorro de energía.

% de posible mejora	Área de atención
10 – 40%	Gestión de equipo de TI, como servidores blade y de TI de alto rendimiento como la virtualización de servidores.
10 – 40%	Sistema de contención, de pasillos fríos y calientes.
10 – 40%	Gabinetes con sistema de aire aislado o retorno de aire aislado.
10 – 30%	Arquitectura modular y escalable para la energía y refrigeración.
5 – 15%	Filas de equipos ubicados de forma óptima para maximizar el enfriamiento en pasillo fríos y pasillo calientes.
4 – 15%	Ubicación de sitios ventajosos para economizar la climatización, sea base de aire o de agua.
4 – 10%	Selección de equipos de energía de alta eficiencia como las UPS, capaces de brindar alta eficiencia a baja carga.
0 – 10%	Gestión de sistemas de enfriamiento con capacidad de prevenir conflictos entre las unidades, mientras se humidifica una unidad y la otra se deshumidifica.
1 – 6%	Donde se utiliza refrigeración debajo del piso, la cantidad óptima y la ubicación de los conductos del piso solo están en pasillos fríos.
1 – 6%	Overead de cableado, para evitar el bloqueo de la distribución del aire debajo de los pisos.
1 – 5% o más	Uso de paneles de obturar en los bastidores del equipo para evitar la combinación del aire frío y caliente.
1 – 5% o más	Tapar los accesos de cable al piso y aberturas entre cuadros del piso para evitar el escape del aire frío.
1 – 3%	Uso de iluminación con detectores de movimiento y temporizadores.

Nota. Fuente: [1].

2.1.5.3. Acceso del proveedor de servicios

Es importante que los proveedores de servicios de telecomunicaciones tengan acceso solo a dicha sala, evitando que ingresen al área de servidores; sin embargo, pueden tener acceso si la infraestructura tiene alguna de las siguientes condiciones:

- Se comparte la sala de telecomunicaciones con la sala de servidores.
- Se requiera acceso a equipos informáticos como multiplexores por división de longitud de onda densa (DWDMs), multiplexores de red óptica síncrona (SONET) u otro equipo similar.
- Se encuentren los puntos de demarcación del portador.

2.1.5.4. Acceso de proveedores

Este acceso se permite únicamente a los proveedores que tengan injerencia directamente y autorizada con algún equipo dentro del centro de datos, de forma tal que, de acuerdo con el nivel de control de acceso, se requiera que dichos proveedores sean escoltados, se tenga total seguridad de qué accedieron y manipularon dentro del centro de datos.

2.1.5.5. Acceso a servicios de soporte de equipo

Lo recomendable es que el equipo de apoyo que requiera algún tipo de servicio de soporte técnico sea desde dentro del centro de datos, con el fin de evitar que el personal no entrenado pueda incurrir en algún daño no intencionado al equipo de procesamiento.

2.1.5.6. Áreas del centro de datos

En la Figura 4, se muestran los principales cuartos con que debe contar el diseño de un centro de datos; para cumplir con las necesidades actuales y previstas de una organización:

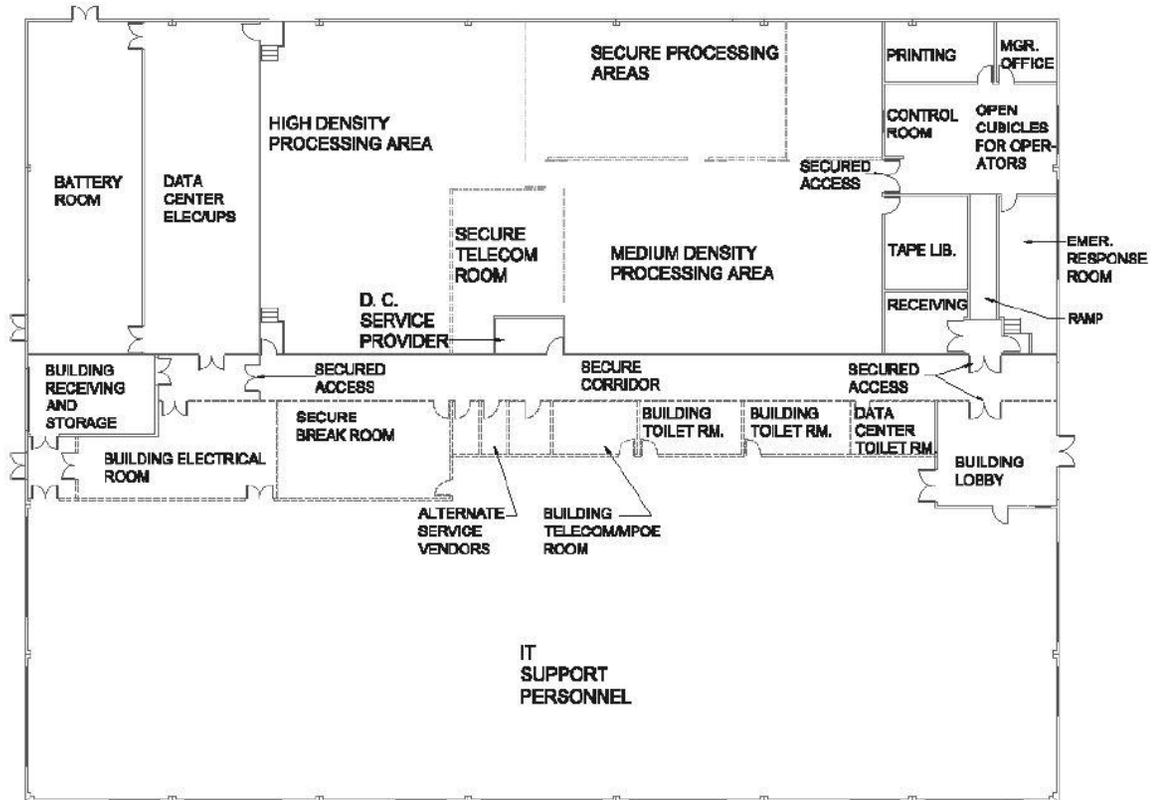


Figura 4. Diseño conceptual de un centro de datos.

Fuente: [1].

2.1.5.6.1. Sala de control y áreas de personal

La sala de control es para lugares donde el centro de datos es esencial y crítico para las funciones de la empresa, por lo que una sola sala de control será necesaria para albergar los equipos de vigilancia ambiental, monitores del sistema informático y las personas operadoras de este. Esta sala debe estar ubicada cerca de la entrada principal y con acceso directo a la sala de servidores. Si se requieren otras salas como la de reunión y oficinas, deben estar ubicadas junto a la sala de control para facilitar las funciones de supervisión y tener mayor control ante una emergencia.

Este cuarto debe estar ubicado cerca la entrada principal del personal y del área de visitantes al centro de datos, esta sala alberga los sistemas de vigilancia con cámaras, sistema de seguridad de controles de acceso, sistema de detección y extinción de incendios.

2.1.5.6.2. Sala de impresión

Es necesario contar con una sala de impresión, ya que en todo centro de datos se requiere imprimir y esta sala debe estar ubicada junto a las áreas de personal, y tendrá capacidad para albergar el papel necesario y su adecuado almacenamiento. Además debe contar con su sistema de aire acondicionado, con uno de respaldo eléctrico y tener en cuenta las características óptimas de humedad y temperatura adecuadas para el resguardo del papel.

2.1.5.6.3. Sala de almacenamiento de información

Esta sala permite el almacenamiento de la información de todo el centro de datos, así como los medios físicos que se utilizan para ello, que faciliten el resguardo de uno de los activos más críticos e importantes de la empresa como lo es su información.

2.1.5.6.4. Baños y sala de comedor

Tanto los servicios sanitarios como salas de comedor deben estar ubicados cerca de las áreas de operación y oficinas de personal, a fin de que cumplan en cuanto a acceso a la infraestructura las leyes que rijan el lugar.

2.1.5.6.5. Cuarto de cómputo

Este es el espacio más sensible e importante que debe cumplir con las especificaciones técnicas según los equipos instalados y requerimientos a futuro de la Empresa. Es importante la planificación tanto de los gabinetes de telecomunicaciones como de los gabinetes de los equipos, de forma que permita maximizar la flexibilidad y escalabilidad, van a estar estrechamente ligados a las especificaciones de los sistemas mecánicos y eléctricos, esto debido a que se prevé que alrededor de cada 3 a 5 años el parque tecnológico dentro del centro de datos cambia. Se considera que aproximadamente se requiere de hasta un 40% de espacio para el área de equipos del sistema de enfriamiento, unidades de refrigerante, la unidad de distribución de energía, paneles de energía remotos, entre otros.

El cuarto de servidores puede dar soporte a una o varias áreas de distribución principales, además de una o varias áreas de distribución horizontal. Los cuartos de servidores solo necesitan un área de distribución principal, y solo en caso de requerir redundancia se hace uso de la segunda área.

Esta área de distribución principal da soporte a la conexión cruzada del cuarto principal de cómputo, como son los enrutador core, "switch core" de la LAN, "switch core" de la SAN, servidores de seguridad, entre otros.

Las áreas de distribución horizontal dan soporte al cableado horizontal, a los equipos como los gabinetes de servidores, LAN, SAN, teclado, monitor, mouse, entre otros.

2.1.5.6.6. Cuarto de ingreso

Si se cuenta con un cuarto de ingreso aparte del cuarto de cómputo es conveniente que el acceso sea separado del cuarto de cómputo, pero sí contiguo a este con el fin de que cumpla con las distancias recomendadas en cuanto al cableado. En este cuarto se encuentra la entrada de fibra óptica, el “backbone”, “switches”, “patch panel”, “racks” y otros componentes electrónicos, así sea la interface de conexión entre el sistema de cableado externo y el interno del centro de datos.

Este cuarto permite contar con un sitio seguro y central al cual llegarán todos los medios de comunicación de los proveedores de servicios externos de la Empresa, y será el que de paso a ser el punto central donde se convierte el cableado exterior al cableado interior. Además, es el lugar de resguardo de información necesaria e importante para los proveedores de servicio en cuanto a rotulación y demarcación de sus equipos y materiales instalados que cumplen con las especificaciones técnicas dictadas por ellos. La sala debe estar bien dividida básicamente en dos, la primera con los equipos del cliente y la segunda con los equipos del proveedor o proveedores, a veces los proveedores pueden solicitar aposentos independientes por lo que se puede recurrir a divisiones de paredes livianas o algún tipo de reja segura. Las dimensiones de dichas salas van a depender de los requerimientos técnicos solicitados por cada proveedor, así como otros aspectos relevantes como lo eléctrico, interfaces y otros.

2.1.5.6.7. Cuarto mecánico

Este cuarto estará separado del cuarto de servidores, y su tamaño corresponde según la planificación realizada al arquitecto en conjunto con el ingeniero mecánico según la cantidad y capacidades de los equipos que serán instalados en él, como son los equipos de inyección, condensadores, bombas, tanques de combustible y controles.

2.1.5.6.8. Cuarto eléctrico

El cuarto eléctrico debe estar aparte del cuarto de servidores y cerca de la acometida eléctrica principal del edificio y el generador. Contendrá equipo eléctrico como paneles de control, acometida principal eléctrica, caja de circuitos, interruptor de transferencia automática del generador y el sistema de respaldo eléctrico UPS.

2.1.5.6.9. Cuarto de baterías

Las baterías selladas deben ser instaladas en un lugar con buena ventilación, espacio y libre de polvo. Estas deben ser capaces de ser sustituirlas en caliente y libres de mantenimiento, es recomendable contar con los respectivos manuales de montaje, servicio de operación y mantenimiento; así como la capacitación correspondiente para su operación y puesta en marcha. El tamaño de este cuarto

está acorde con el tipo y cantidad de pilas y bastidores con que cuenta el centro de datos.

2.1.5.6.10. Cuarto de supresor de fuego

En este cuarto se mantienen los tanques de supresión de incendios, los cuales deben tener una ubicación que permita el mantenimiento preventivo se realice de forma eficiente y ágil. Estos tanques no deben estar sobre el cuarto de servidores. Este debe estar a una distancia de separación no menor de 20 m del cuarto de ordenadores.

2.1.5.6.11. Oficina de profesionales y administrativa

Estas oficinas deben estar cerca de los cuartos de UPS, eléctricos, aire acondicionado; debe medir al menos 10 m², y en el caso de la oficina administrativa debe contar con especificaciones de recuperación de desastres, planes de continuidad el negocio, política operativa, futuras necesidades de espacio sala de reuniones.

2.1.5.6.12. Pasillos de circulación

El ancho mínimo de los pasillos de circulación debe ser de 1,2 m y evitar aquellos que no cuenten con salida; y las filas no deben exceder los 20 bastidores de longitud, con pasillos normales, si se cuenta con pasillos sin salida la longitud debe reducirse a 10 bastidores.

2.1.5.6.13. Bodega

En esta bodega se almacena equipo sin embalaje con el propósito de no contaminar el cuarto de servidores con gran cantidad de cajas de cartón, bolsas plásticas, estereofón y otros materiales que se usan para proteger los equipos. Esta bodega debe contar con ventilación adecuada, puede estar cerca del área de ensayo, esta última está diseñada para desembalaje y armado de equipos nuevos así como los equipos viejos que son desinstalados.

Para determinar las dimensiones de esta sala se puede utilizar la relación de 1:10 en comparación con los equipos instalados en el cuarto de servidores; el espacio mínimo para esta sala es de 23 m². Este cuarto debe ser monitoreado por el sistema de circuito cerrado de televisión de seguridad y contar con control de acceso, para poder llevar el registro de todos los accesos a esta sala.

2.1.5.6.14. Cuarto de reparación

Este cuarto para la reparación de equipo debe tener acceso al cuarto de servidores, debe tener un área de trabajo con diferentes tipos de conexiones de datos para probar los equipos, así como de armarios para organizar los repuestos que se requiera tener.

2.1.6. Aspectos constructivos y estructurales

2.1.6.1. Piso falso

Los componentes estructurales de los pisos falsos deben ser materiales no combustibles, el grosor de la losa no debe ser menor a 14 cm en áreas comunes, y con un grosor de 20 cm para áreas que alberguen los bastidores. Se debe usar resina epoxi entre las ranuras del piso con el fin de evitar la humedad y el polvo. El peso mínimo para el que debe estar diseñado el piso es de 7,2 kPa (150 lbf/ft²). A través del piso falso se pueden instalar el cableado eléctrico y ductos de aire acondicionado.

Para el cuarto de servidores la carga de rodamiento sobre pasillo principal de acceso debe tener la capacidad para soportar entre los 567 y los 680 kg; en cuanto a la capacidad de impacto es de 68 a 79 kg. y al rango de concentración de carga puede oscilar recomendablemente entre los 567 y los 680 kg, así como la uniformidad de la carga en todo el sistema de suelo, paneles, pedestales y largueros debe estar entre los 732 y 1221 kg/m².

Se debe tener presente el código antisísmico según el lugar para el diseño de piso falso, el mismo debe ser diseñado y construido según las especificaciones dictadas por el fabricante y certificado por el ingeniero estructural encargado de la obra.

2.1.6.2. Paredes

Las paredes perimetrales deben tener una altura completa hasta la losa superior o cielo raso, deben ser selladas y pintadas con pintura epóxica de color claro para favorecer la iluminación del cuarto.

Se debe planificar muy bien el grosor de las paredes debido a que se requiere empotrar o sujetar tanto elementos eléctricos como mecánicos dentro del cuarto; así como que el material permita un nivel de aislante para evitar la expansión y resistencia al fuego, además de colaborar con el mantenimiento de la temperatura a lo interno de la sala mediante sellado contra el vapor y la humedad con el objetivo de evitar algún tipo de filtración de vapor hacia adentro o afuera de la sala.

En cuanto a las especificaciones de la construcción de resistencia al fuego, las paredes que separan el cuarto de cómputo, cuarto de UPS y baterías, el cuarto mecánico, dentro del edificio serán de al menos 1-hora de separación o lo establecido el reglamento o código regional.

2.1.6.3. Puertas

Las puertas deben permitir el tránsito de equipo de forma libre, para lo cual se debe contar con un ancho de al menos 1,1 m, 2,4 m de alto y 4,5 cm de grosor; con material ya sea de madera o de acero, así también el marco de la puerta, con cierre hermético. En caso de instalar puertas de vidrio, estas han de ser anti-fuego, con marcos de metal, de igual forma con cierre hermético.

2.1.6.4. Sistema de control de acceso

Este sistema debe ser implantado en todas las entradas al centro de datos así como a la del cuarto de servidores; ha de permitir configurar diferentes niveles de seguridad, contar con respaldo de dicha configuración de forma digital e impresa. El sistema debe ser fácil de programar y realizar cambios de manera ágil y segura.

2.1.6.5. Cielo raso

La altura de cielo raso para las salas dentro del centro de datos no debe ser menor a 3 m libres desde el piso y en el caso del cuarto de servidores lo recomendado es como mínimo 4,5 m. El material del cielo raso no debe ser poroso ni áspero, y se recomienda usar pintura epóxica que evite el polvo; así como usar materiales resistentes al fuego, flujos de aires y a volúmenes altos de sonidos acústicos.

2.2. Sistema de telecomunicaciones

A continuación se detallan las especificaciones técnicas necesarias para la infraestructura de telecomunicaciones de un centro de datos.

2.2.1. Áreas de telecomunicación [5]

2.2.1.1. Partículas suspendidas en el aire

Se debe evitar el uso de soportes de metal, que puedan interferir desfavorablemente sobre el equipo, para lo cual es conveniente que en los azulejos del piso, canalizaciones, bastidores, gabinetes, largueros no se utilicen materiales como estaño, zinc galvanizado y acabados de la superficie con pintura conductora. Para lo cual se recomienda usar pregalvanizado, aleaciones de aluminio forjado, acero inoxidable, galvanizados en caliente o pinturas que eviten el polvo.

Otras acciones que evitan las partículas suspendidas en el aire, es evitar desembalajes al interior del cuarto de comunicaciones, no almacenar cajas de cartón ni manuales, prohibir la ingesta de alimentos o bebidas, no se deben instalar alfombras, los paneles del techo han de ser impermeables, se deben reemplazar constantemente los filtros de aire, entre otros.

2.2.1.2. Diseño y asignación de espacios

Se evitará concentrar equipos de alta carga eléctrica, con el fin de crear áreas calientes y sobrecarga de las unidades de distribución eléctricas del centro de datos. Las cintas magnéticas deben ser almacenadas fuera del cuarto de cómputo, así como habilitar otras áreas para todo lo correspondiente a ambientes de prueba.

2.2.1.3. Rutas de equipo y accesorios de apoyo

Se hace necesario instalar bastidores de cuatro postes, gabinetes de dos postes, gabinetes y sistemas de enrutamiento, que cumplan con los requisitos locales de zona sísmica. Y se puede utilizar alguno de estos métodos en caso de emplear sistemas de acceso al piso:

- Fijación de la estructura de metal por debajo del piso por dos o más largueros.
- Fijación de la estructura de metal al piso falso de forma permanente.
- Fijación mediante varillas de rosca sujetadas directamente al piso.

Se recomienda en zonas sísmicas anclar los bastidores y “racks” de forma permanente al piso, además preferiblemente también hacerlo en el cielo raso, y poder evitar cualquier riesgo o accidente.

2.2.2. Equipo activo y pasivo [5]

En esta sección se describen las especificaciones técnicas necesarias con que debe contar el equipo activo y pasivo en cuanto a su montaje, alimentación eléctrica, ventilación y administración de cables.

2.2.2.1. “Rack” con dos rieles de montaje

Se recomienda que los “racks” sean instalados con dos rieles de montaje y cumplir con los siguientes requisitos según el estándar EIA/CEA-310-E:

- La altura no debe ser mayor a 2,4 m.
- Dimensiones del canal y espacio
- Dimensiones del agujero del canal y el sistema de cables
- Rendimiento
- Dimensiones físicas

2.2.2.2. “Rack” con cuatro rieles de montaje

Se recomienda que los “racks” sean instalados con dos rieles de montaje y cumplir con los siguientes requisitos según el estándar EIA/CEA-310-E:

- La altura no debe ser mayor a 2,4 m.
- Dimensiones del canal y espacio
- Dimensiones del agujero del canal y el sistema de cables
- Rendimiento
- Dimensiones físicas

2.2.2.3. Gabinete

Se recomienda que los “racks” sean instalados con dos rieles de montaje y cumplir con los siguientes requisitos según el estándar EIA/CEA-310-E:

- La altura no debe ser mayor a 2,4 m.
- Ancho
- Acceso de los cables al gabinete puede ser por la parte superior o inferior.
- Uso de material no combustible.
- Protección de los cables.
- Evitar el polvo y suciedad.
- Definiciones de la ventilación.
- Debe contar con cerradura.
- Dimensiones de los rieles
- Sistema de cables

2.2.2.4. Configuración de los “racks” y gabinetes

Se recomienda que al seleccionar los “racks” y gabinetes, estos cuenten con especificaciones técnicas que permitan una buena ventilación y circulación del aire, facilita a los equipos tomar aire frío en la parte frontal y expulsar el aire caliente por la parte de atrás. Es importante que si se cuenta con pasillos calientes y pasillos fríos el aire caliente siempre sea canalizado hacia el pasillo caliente.

En cuanto al cableado tanto fibra óptica y los puertos de UTP deben ser instalados de forma organizada en la parte de atrás de los servidores. Y en lo que respecta al ponchado del cableado estructurado a los patch panel, tanto para la instalación como para el mantenimiento se recomienda que los puertos queden en la misma dirección frontal a los puertos de red de los otros equipos, como son los servidores que tienen los puertos en la parte de atrás y los interruptores en la parte frontal.

Es recomendable que se realicen buenos acabados entre el gabinete o “rack” y los equipos para evitar la oxidación que pueda presentarse y en el caso de los gabinetes o “racks” pintados se debe hacer una buena unión entre estos y los equipos para no tener problemas el sistema de conexión a tierra. Es importante que la unión y puesta a tierra cumplan con los estándares de ANSI / NECA / BICSI 607-2010.

La altura máxima de los “racks” y gabinetes no deben exceder los 2,4 m para tener un buen acceso a los equipos ubicados en la parte superior de éstos. Y de profundidad los gabinetes deben permitir albergar los equipos en su interior junto con el cableado eléctrico de alimentación que requiere estos, así como el espacio para los enchufes eléctricos.

En cuanto al ancho de los gabinetes deben tener al menos 1,5 m para contar con una ventilación adecuada.

2.2.2.5. Pasillos fríos y calientes

Según [5] los gabinetes deben ser colocados en hileras continuas, no habrá de existir espacios entre ellos; se debe procurar ubicar las hileras con el mismo número de gabinetes, lo que permitirá una mejor circulación del calor. Para lo cual es conveniente crear pasillos de aire caliente y pasillos de aire frío entre las hileras de los gabinetes, como se muestra en la Figura 5 muestra la ubicación de los gabinetes y los pasillos fríos / calientes de un centro de datos, en el cual se tienen hileras de gabinetes sin espacios entre ellos para evitar que el aire caliente se disperse entre ellos y se combine con el aire frío.

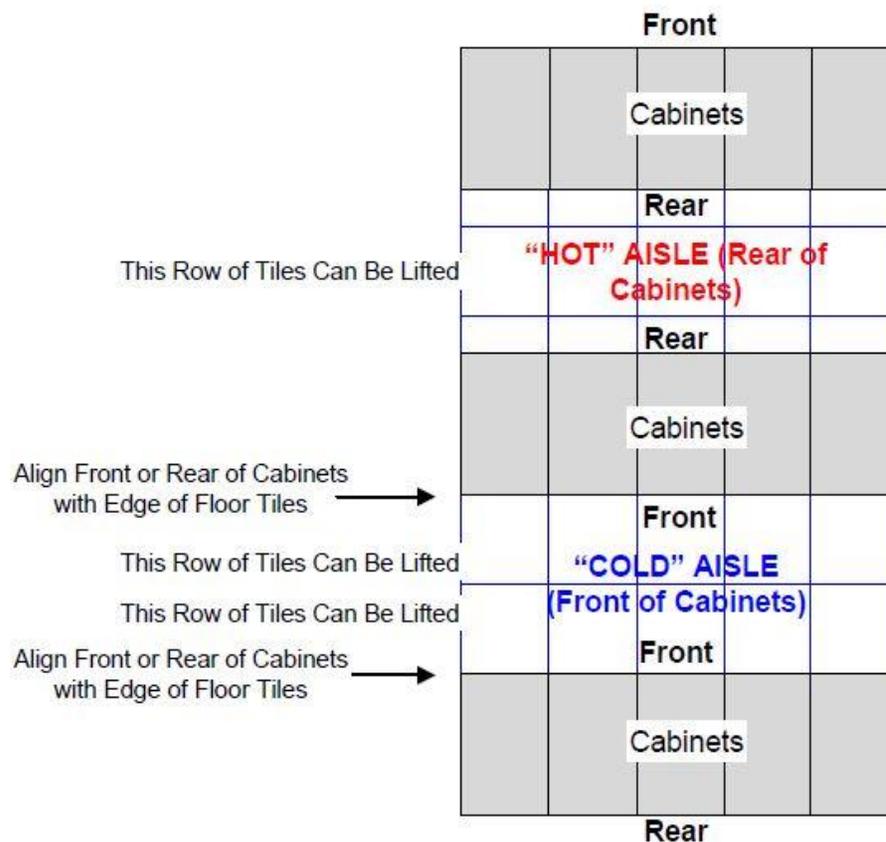


Figura 5. Ubicación de los gabinetes y los pasillos fríos / calientes de un centro de datos.

Fuente: [5].

Las hileras de equipos deben estar de frente una a la otra, de tal manera que el pasillo que se forma entre estas dos hileras se llama pasillo frío, el cual debe tener al menos 1,2 m de ancho; y contar con una rejilla en el piso falso por donde se distribuye el aire frío hacia los equipos. Estos equipos reciben el aire por el frente, facilitan el enfriamiento en su interior y evacua el aire caliente por la parte trasera, formando los pasillos de aire caliente, los cuales pueden medir a lo ancho 1 m entre los gabinetes.

Es posible calcular el área del cuarto de comunicaciones basado en la cantidad de equipos requeridos, de tal forma que para un centro de datos con al menos treinta gabinetes se requiere un área de 3.71 m² a 4.65 m² por cada gabinete; y si el centro de datos tiene más de treinta gabinetes el área estimada va de 2.32m² a 2.78 m² por gabinete según el ICREA (Asociación Internacional de Expertos en Centros de Datos).

2.2.2.6. Ventilación de gabinetes

Es recomendado que los gabinetes cuenten con una ventilación adecuada para los equipos que albergan, para ello la ventilación puede darse de diferentes maneras:

- Utilizar ventiladores para el flujo de aire forzado.
- Utilizar el aire natural de los pasillos frío y caliente a través de las rejillas de las puertas frontales y traseras con que cuentan los gabinetes.
- Y la tercera opción, es una combinación de estas anteriores.

2.2.3. Sistema de cableado [5]

A continuación se describen las principales recomendaciones y requerimientos que debe contar el cableado en el centro de datos, ya sea un nuevo diseño, ampliación o reingeniería.

2.2.3.1. Área de distribución principal (MDA)

En esta área se tiene la conexión cruzada principal (MD), la cual constituye el punto central de la distribución de todo el sistema de cableado estructurado del centro de datos y en dicha área se encuentran normalmente los siguientes equipos:

- El core de routers.
- Los “switch core” de la LAN.
- Los “switch core” de la SAN.
- Switches de alto rendimiento.
- PBX.

Es necesario que todo el centro de datos cuente con el área de distribución principal, la cual puede albergar la conexión cruzada horizontal (HC) cuando las áreas de equipos se vinculan directamente a la conexión cruzada principal.

Puede que esta área se encuentre ubicada dentro del cuarto de servidores, pero si se puede ubicar fuera de ella es más conveniente para efectos de seguridad; además, puede dar servicio a una o más áreas de distribución intermedia (IDA), áreas de distribución horizontal (HDA) y al área de distribución de equipo (EDA) dentro un mismo centro de datos.

2.2.3.2. Área de distribución intermedia (IDA)

Esta área es la que da soporte a la conexión cruzada intermedia y es utilizada para brindar un segundo nivel de subsistema de cableado estructurado en Centros de Datos muy grandes. Por tanto, esta área es opcional y puede albergar equipo activo, así como conexiones cruzadas horizontales (HC) cuando los cuartos de servidores se conectan directamente del área de distribución intermedia.

Esta área puede estar dentro de la sala de servidores pero para mayor seguridad se puede ubicar en otra sala dedicada solo para tal fin y, generalmente, se encuentran los “switches” de la SAN y LAN dentro de ella.

2.2.3.3. Área de distribución horizontal (HDA)

El área de distribución horizontal es utilizada para equipos que no son compatibles con la conexión cruzada horizontal en un área de distribución intermedia, o bien, en un área principal de distribución principal; así constituye el punto de distribución para el cableado del área de distribución de equipo. El equipo que alberga esta área básicamente es:

- Conmutador LAN.
- Conmutador SAN.
- Conmutador de teclado, video o mouse.

Un centro de datos pequeño no es necesario que cuente con esta área, debido a que todo centro de datos puede ser operado con el área de distribución principal.

2.2.3.4. Área de distribución de zona (ZDA)

Esta área es opcional y constituye un punto de interconexión dentro del cableado horizontal y se ubica entre el área de distribución horizontal y el área de distribución de equipo; con el objetivo de facilitar la configuración y una mayor flexibilidad.

2.2.3.5. Área de distribución de equipos (EDA)

El área de distribución de equipos alberga los equipos terminales, como los equipos informáticos de servidores y almacenamiento, así como de telefonía. Esta área no es usada para cuartos de entrada, áreas de distribución principal ni áreas de distribución horizontal.

2.2.3.6. Topología

A continuación se describen los elementos básicos del cableado de una topología en estrella en un centro de datos:

- Cableado horizontal.
- Cableado “backbone”.
- Cableado de equipos.

- Conexión cruzada principal en el área de distribución principal.
- Conexión cruzada intermedia en el área de distribución intermedia.
- Conexión cruzada horizontal en el cuarto de telecomunicaciones (TR), área de distribución horizontal, área de distribución intermedia o el área de distribución principal.
- Punto de consolidación (CP) en el área de distribución de la zona.
- Área de distribución de equipos.

Topología del cableado horizontal

Se recomienda que la topología sea estrella para la instalación del cableado horizontal, de forma que cada área de distribución de equipos estará conectada a un cableado horizontal, ya sea a un área de distribución horizontal, de distribución intermedia o de distribución principal mediante el cableado horizontal.

Topología del cableado del “backbone”

Para el cableado del “backbone” es recomendado el uso de la topología de estrella jerárquica, donde cada interconexión horizontal en el área de distribución horizontal está cableada directamente a una interconexión principal en el área de distribución principal o ya sea a una interconexión intermedia en una área de distribución intermedia; no habiendo más de dos niveles jerárquicos de interconexión en el cableado “backbone”.

2.2.3.7. Cableado horizontal

El cableado horizontal es el segmento del sistema de cableado de telecomunicaciones que abarca desde la toda la mecánica en el área de distribución de equipo hasta la interconexión horizontal en el área de distribución horizontal, el área de distribución intermedia o el área de distribución principal. Entre los elementos que incluye el cableado horizontal se encuentran:

- Cables horizontales.
- Terminaciones mecánicas.
- Cables de los equipos, cables de conexión, jumper.
- Punto de consolidación en el área de distribución de zona.

Al momento de diseñar el cableado horizontal es necesario tomar en cuenta servicios y sistemas requeridos, entre los cuales se encuentran:

- Voz, modem, fax y servicios de telecomunicación.
- “Switching” y servidores.
- Microcomputadoras y administración de conexiones de telecomunicaciones.
- Conexiones de teclado, video y mouse.
- Gestión de infraestructura inteligente.
- Redes de área amplia y redes de área local.
- Redes de área de almacenamiento.
- Sistemas de señalización.

Es importante tener presente que se puede hacer uso del piso falso para la instalación del cableado horizontal.

Dentro de los tipos de cableado horizontal se tienen:

- Cable par trenzado de cuatro pares de 100 ohmios, categoría 6 clase E como mínimo.
- Fibra óptica multimodo, OM4, 50/125 μm , la longitud no exceda los 100 m.
- OS1 o OS2, fibra óptica monomodo.

2.2.3.8. Backbone

El “backbone” es el que se encarga de proporcionar las conexiones entre el área de distribución principal, el área de distribución horizontal y las salas de entrada al sistema de cableado del centro de datos. Este “backbone” está formado por:

- Cables “backbone”.
- Interconexión principal.
- Terminaciones mecánicas.
- Cables de equipo.
- Cables de conexión.
- Jumper.

El diseño del cableado del “backbone” debe adaptarse al crecimiento y los cambios que se necesiten para satisfacer los nuevos requerimientos de servicios, sin necesidad de perjudicar el cableado existente.

Tanto en el “backbone” como en cualquier otro lugar del centro de datos en donde se encuentre cable abandonado o sin uso debe ser removido de forma inmediata con el fin de evitar problemas en un futuro.

2.3. Sistema mecánico

En el presente apartado se describen las mejores especificaciones técnicas y buenas prácticas para diseño del sistema mecánico de un centro de datos; entre los temas por desarrollar se encuentra el aire acondicionado, ventilación, control de humedad y seguridad física.

2.3.1. Aire acondicionado [3]

Se hace necesario contar con un sistema de aire acondicionado eficiente para áreas de procesamiento de datos y áreas de apoyo, que permitan contar con las condiciones ambientales adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos informáticos dentro del centro de datos. Este control de la temperatura y la humedad se lograrán en la medida en que se puedan cumplir y mantener las condiciones de la entrada del aire a cada uno de las salas; es recomendable que se tome en cuenta el uso de unidades modulares, que estén instaladas y configuradas para mantener los pasillos calientes y fríos según sea la necesidad en sitio.

El índice de enfriamiento del “rack” (RCI) es una buena práctica para poder evaluar el cumplimiento de las directrices térmicas de la Sociedad América de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE) para un centro de datos; este índice ayuda a los ingenieros y arquitectos a desarrollar un buen diseño del centro de datos.

Para la distribución del aire dentro de la sala, se puede emplear el método de distribución vertical, sobrecarga o por suelo; o bien de forma horizontal, como el suministro inundado o con unidades de refrigeración entre las filas de los equipos. La distribución aérea se utiliza cuando se no se usa piso falso; sin embargo, este método puede presentar más limitaciones que las anteriores. La selección del método de distribución del aire debe ser hecha mediante un análisis exhaustivo de los requerimientos del proyecto, nunca debe hacerse antes de este estudio, pues se incurrirá en excepciones de condiciones que pueden ser imprescindibles para el funcionamiento adecuado del ambiente dentro de las salas en el centro de datos.

El cuarto de servidores debe tener como mínimo una unidad de aire acondicionado redundante; además tanto las unidades principales y redundantes han de mantener la temperatura en las tomas de aire de equipos, en los pasillos fríos entre 18 a 27 °C, y la temperatura en los pasillos calientes no es relevante mientras que esté adecuada la temperatura en los pasillos fríos y no exceda el límite del funcionamiento correcto tanto para los equipos como para el cableado estructurado.

Los puntos de ajuste para las unidades de aire acondicionado no serán mayores ni menores a la requerida para mantener la humedad relativa por debajo de 60%, con un punto de rocío entre 5.5 °C y 15 °C; y no es necesario humidificar o deshumidificar el aire.

La ubicación de las unidades de aire acondicionado, para su correcto funcionamiento en pasillos fríos y calientes debe estar perpendicularmente a las filas de los equipos y los conductos de entrada de aire deben estar ubicados en los pasillos calientes. Si se cuenta con rejillas en el piso para brindar el aire acondicionado, deben ser colocados en los pasillos fríos, nunca sobre los pasillos calientes; y asegurarse que este sistema de aire no produzca vibración en el suelo.

En caso de que los ductos de las unidades de aire acondicionado estén sobre el cielo raso y la parte más alta, estarán alineados con los pasillos calientes.

2.3.2. Ventilación [3]

Es importante el manejo de los contaminantes o suciedad dentro áreas sensibles en el centro de datos, para lo cual es necesario tomar en cuenta el mantenimiento de una buena presión en el espacio por considerar y poder determinar la tasa de ventilación adecuada, ya que esta suciedad y contaminantes pueden migrar hacia el cuarto de servidores provenientes ya de áreas al aire libre o de otras salas adyacentes. Se recomienda cambiar el aire por hora para la eliminación de estos contaminantes internamente, lo cual conlleva a respetar las alturas totales del techo de 3,7 m. Se recomienda para determinar las tasas de ventilación utilizar el

código emitido por la ASHRAE, el cual indica las medidas necesarias según la ocupación tanto de personas como de equipo dentro del recinto.

2.3.3. Control de la humedad [3]

A continuación se indican los porcentajes de humedad relativa máxima según varios estándares:

- ANSI/TIA-942: de 40% a 55%.
- Sistema de construcción de equipos de re (NEBS): máxima de 55%.
- ASHRAE: máxima de 60%.

2.3.4. Seguridad [3]

En este apartado se describen las recomendaciones necesarias para ser tomadas en cuenta en el diseño de un centro de datos en materia de seguridad, para resguardar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información en el centro de datos.

Se hace necesario propiciar los aspectos técnicos necesarios para brindar la seguridad física al personal, proveedores y visitantes del centro de datos, así como todas las áreas que albergan equipo de telecomunicaciones en toda la Entidad; con el objetivo de realizar acciones que mitiguen cualquier riesgo, y para ello se hace uso de medidas como el control de acceso mediante dispositivos, diseño arquitectónico, alarmas y vigilancia. Se recomienda que el plan de seguridad física sea integral, fácil de leer y comprender, será actualizado una vez al año, luego que se realice alguna remodelación, cuando haya ocurrido un desastre, entre otras. Es importante que antes de realizar el plan de seguridad física un grupo interdisciplinario pueda hacer una evaluación exhaustiva de los riesgos de todo el centro de datos. Dentro de los elementos por tomar en cuenta del plan de seguridad para el centro de datos se encuentran: administración, seguridad cibernética, instalaciones, financiamiento, recurso humano, tecnologías de información, seguridad física, operaciones; como los más importantes.

Así como es de suma importancia la elaboración del plan y detalla cada uno de los elementos dentro de él se hace necesario tomar las acciones pertinentes para que este plan sea de conocimiento de cada uno de los empleados; así como de las responsabilidades y obligaciones de éstos en él.

En cuanto a la seguridad cibernética, este tipo de seguridad tiene como objetivo principal proteger los datos dentro del centro de datos ante ataques intencionados que puedan comprometer la integridad, disponibilidad y confidencialidad de dichos datos a través de medios electrónicos. Sin bien es cierto en esta sección no se detalla a profundidad, sí es necesario tomar en cuenta y poder ejecutar algún plan que facilite la gestión de seguridad de este tipo.

A continuación se lista una serie de interrogantes que deben estar incluidas en el plan de seguridad con el fin de garantizar el control de acceso al centro de datos [4]:

- Quién tiene acceso al centro de datos.
- Tiempo que tiene acceso al centro de datos.
- Cómo es la seguridad en áreas comunes, oficinas y áreas de reunión.
- Cómo es el procedimiento para otorgar el acceso.
- Cómo es la administración de los visitantes y proveedores.
- Cómo se monitorea a los proveedores.
- Cómo se realiza el control de acceso durante horas no hábiles.
- Qué tipos de puertas y cerraduras se encuentran instalados en cada aposento.

La búsqueda de todas estas interrogantes va a permitir lograr el objetivo de la seguridad física que es salvaguardar la integridad de los datos dentro del centro de datos.

En cuanto a distintivos o identificaciones de los empleados, visitantes, proveedores entre otros, se debe tener tarjetas de identificación temporales visibles de forma fácil. Así como la información contenida en ella debe ser legible y portar de forma permanente y evidente cuando se permanezca dentro del centro de datos.

Según [4], con el objetivo de prevenir acciones delictivas es importante implantar una serie de recomendaciones en tres ejes en el diseño del centro de datos:

- Control de acceso natural: se puede hacer uso de controles de acceso natural, como son la instalación de puertas, mallas, iluminación, jardinería entre otras, lo cual permitirán reducir riesgos en espacios definidos como público, como comedores, estacionamientos, pasillo y aceras; semipúblicos, como son salas de espera, baños, salas de reunión, que son accedidas por desde áreas comunes pero no por todos, así como espacios privados, que son zonas con restricción a peatones y a empleados no autorizados como cuartos de servidores, cuartos de monitoreo, entre otras.
- Vigilancia natural: se debe buscar incorporar las características físicas del ambiente al diseño, como por ejemplo en los caminos, espacios abiertos, áreas de trabajo y pasos peatonales; de forma que se pueda observar con facilidad el tráfico no autorizado o acciones delictivas.
- Fortalecimiento territorial: lo que se busca es crear en los empleados un sentido de comunidad y pertenencia, de forma que se cree un ambiente territorial.

Se recomienda tener en cuenta las siguientes indicaciones en cada uno de los elementos que se describen a continuación:

- Control de acceso: el acceso al centro de datos debe ser únicamente por personal autorizado, proveedores y visitantes que deben someterse a un método de seguridad como puede ser atención de una recepcionista o guardia de seguridad, sistema de lector de tarjetas o dispositivos biométricos. La implantación debe ser de al menos uno de estos métodos, pero para aumentar la seguridad se puede hacer uso dos o más; entre los que se pueden disponer tomando en consideración las bondades que

ofrece el mercado y configuración según las necesidades específicas de la Empresa, se encuentran mecanismos de bloqueo, cerraduras mecánicas, cerraduras eléctricas, cerraduras de cifrado y combinación, paneles táctiles, sistema de tarjetas, sistemas biométricos, casetas de guardas, entre otros. Y en caso de activarse alguna alarma de violación a estos métodos debe transmitirse ya sea de forma local o remota sin importar el horario o día.

- Alarmas: se puede establecer el sistema de alarmas con una o más tecnologías de sensores para detección de acciones, que pueden incluir audio, electromecánico, sensores de ruptura de vidrios, infrarrojos, fotoeléctricos, microondas, vibración, etc.
- Vigilancia: esta se puede brindar mediante dos métodos: mediante recurso humano o a través de circuitos cerrado de televisión o cámaras, y su función es brindar al personal de seguridad y vigilancia un mecanismo de observar varios aposentos en un solo lugar al mismo tiempo, esto permite el almacenado para una futura revisión, o material de evidencias.
- Iluminación: una adecuada iluminación ayuda a mitigar las acciones delictivas así como facilita las labores de guardas de seguridad, por tanto un sistema de iluminación debe permitir un nivel de brillo que contribuya la identificación de objetivo y personas, se debe contar con iluminación horizontal para objetos como calles, aceras; e iluminación vertical que facilite identificar personal a una distancia considerable. Además, tener uniformidad en el sistema para que no se creen sombras, que atenten contra la seguridad de peatones y conductores.
- Guardias: la función de los guardias de seguridad es patrullar el perímetro, sitios, edificios y áreas determinadas, control de tráfico peatonal, revisión de paquetes y bolsos de visitantes, entre otras. Estos oficiales pueden ser contratados, empleados o una combinación de ambos, pero todos han de estar debidamente capacitados con el plan de seguridad y políticas del centro de datos.

Todos estos elementos han de ser configurados e instalados de forma armónica que permitan maximizar las bondades de cada uno de ellos y estén alineados con el plan de seguridad del centro de datos.

2.3.5. Protección contra incendios

En el presente apartado se describen las buenas prácticas para la supresión, detección y sistema de alarma contra incendios. A la hora de diseñarlas se debe basar en las normativas locales para cumplir con los requisitos estipulados.

En caso de que el centro de datos pertenezca a un edificio más grande se debe contar con rociadores para protección, y en caso de que se encuentre aislado como un solo aposento fuera de un edificio grande se puede hacer uso de rociadores, o bien, con un sistema de agente limpio a base de gas. En el caso específico del cuarto de servidores los rociadores deben estar debidamente etiquetados de forma separada para facilitar su ubicación e identificación, además

los rociadores de agua serán colgantes y de empotrar en el cielo raso. En caso de que el sistema de extinción de incendios sea a base de agentes limpios de halocarbón, no se usara en el piso falso que no cuente con protección para este tipo de gas, de igual forma los muebles deben ser de metal o materiales no inflamables.

2.3.5.1. Paredes, pisos y techos

En el cuarto de servidores las paredes, pisos y techos de materiales resistentes al fuego, al igual que el material utilizado para sellar todas las ranuras. En el caso de utilizar sistemas de agentes de gas, se debe instalar rejillas de ventilación que permitan el mantenimiento y la evacuación correcta del gas.

2.3.5.2. Extintores

El tipo de los extintores portátiles deben ser de acuerdo con las regulaciones dictadas por la región, serán ubicados de forma visible y accesible. El extintor debe contener una etiqueta que indique el tipo de fuego que puede ser extinguido y la fecha de recarga, así como una identificación de la posición del extintor.

2.3.5.3. Aspersores de agua

Los aspersores de agua son utilizados en zonas no críticas del centro de datos y consistentes en una instalación de tuberías con agua a presión que se activan y desactivan en caso de detección de incendios en una zona. Ahora en zonas críticas del centro de datos se pueden utilizar sistemas de rociadores de preacción, que permiten una mayor protección del daño que pueda ocasionar el agua sobre los equipos. Para la activación de los aspersores se utiliza un sistema de detección para operar la válvula que permite dar paso o no al agua.

2.3.5.4. Extinción mediante agentes limpios

Se puede implantar el sistema de extinción de incendios por agentes limpios, esto permite mayor eficiencia a la hora de combatir el siniestro sobre todo dentro de los gabinetes de los equipos; estos agentes limpios son químicos que se encuentra almacenados a presión en cilindros y estarán ubicados fuera del Centro de Cómputo, mediante tuberías que actúan entre 10 y 60 segundos desde que se inicia el fuego ejercerán la acción requerida. Se utilizan dos sensores para la activación de los dispersores de los agentes limpios con el objetivo de no hacer falsas activaciones del sistema.

2.4. Sistema eléctrico [10]

En este apartado se desarrollan los principales elementos que debe contener el diseño de un sistema eléctrico, el cual es muy propio de cada uno de los proyectos que se desee desarrollar; ya que cada diseño responde a una serie de

necesidades y características específicas que deben ser satisfactorias para el correcto y eficiente funcionamiento del sistema eléctrico.

2.4.1. Distribución

El sistema de distribución tiene como función determinar el número y variedad de las rutas de las cargas eléctricas, la capacidad de soportar la carga y la de recuperación ante fallos.

Es recomendable que sea de forma paralela a las entradas de alimentación a los módulos de la misma subestación o punto de distribución; y los módulos distribuidos o individuales del sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) pueden ser alimentados desde sus diferentes subestaciones, siempre y cuando estos sistemas cuenten con algún tipo de salida.

Todos los sistemas de UPS de estado sólido y algunos rotativos tienen bypass estático, que les permite la transferencia automática de la carga entre la UPS y la fuente de alimentación alternativa, sin necesidad de que sea actividad manualmente y esto se da cuando el sistema de UPS detecta que faltan las condiciones para operar adecuadamente.

Ahora, cuando se utilicen regletas, las cuales permiten conectar varios dispositivos a un solo circuito individual, es importante recalcar que estas cuenten con los siguientes requisitos:

- Únicamente se deben usar conexiones con estándares permitidos, como cajas de conexión.
- Se debe indicar expresamente los equipos que pueden ser conectados a la regleta.
- Cuando se requiera enchufes múltiples se realizará el respectivo análisis del interruptor al que se conectan.
- En caso de requerir varias regletas en un gabinete se debe realizar el debido etiquetado e instaladas de forma que no interfieran con el cableado de red.
- En caso de sistemas de alta densidad o de gran escala se recomienda usar un sistema de control centralizado para el manejo de varias regletas.
- No es recomendable que las regletas cuenten de forma interna los supresores de voltaje.
- Debajo de los pisos falsos no se deben instalar regletas.

2.4.2. Sistema de transferencia eléctrica

Otro elemento importante que debe ser tomado en cuenta es la transferencia automática de la fuente de energía; lo cual se puede hacer mediante cuatro posibles formas:

- Transición abierta: este tipo es el más común y consiste en realizar la transferencia sin interrumpir durante la operación de derivación; o sea, abre antes de cerrar, lo que permite abrir o desconectar la primera fuente de energía y luego cierra o conecta la segunda. La desventaja que tiene este tipo, es que cualquier transferencia crea una breve desconexión de la carga eléctrica y se tendrá que alimentar del sistema de UPS, lo cual va restando la vida útil de este.
- Transición cerrada – transferencia rápida: este sistema consiste en cerrar antes de abrir, lo que permite realizar un paralelo momentáneo que va desde 100 ms hasta 1 minuto dependiendo del proveedor de servicios, asegurando la transferencia en Centros de Datos donde no se puede permitir ninguna interrupción.
- Transición cerrada – carga de entrada: la diferencia de esta técnica con la anterior radica en el generador y la cuota de utilidad de carga a varios segundos hasta dos minutos en un periodo dado. La ventaja de este sistema es que no estresa el sistema de eléctrico del sitio, pero con la desventaja que requiere una preinstalación amplia y compleja.
- Transición cerrada – operación en paralelo: este tipo de transferencia permite disponer del generador y una cuota de utilidad de carga por un lapso indefinido, muy útil para los picos de voltaje; pero con la desventaja de que requiere una compleja instalación en el sistema eléctrico.

2.4.3. Generador de energía eléctrica

Los generadores pueden ser instalados de forma distribuida, o bien, en paralelo, indiferentemente del sistema se hace necesario tomar en cuenta las especificaciones de acuerdo con la clase que se requiere para determinado sitio. Entre las funciones que pueden ser configuradas se encuentran:

- El control automático de carga de la fuente de energía del proveedor de servicios.
- Retransferencia de energía luego de la restauración de un retraso en la transferencia establecida.
- Rotación del mantenimiento del motor.
- Distribución de la energía del generador hacia los demás lugares del sitio que se encuentran dentro del sistema de transferencia.

A continuación se describen recomendaciones importantes que deben tomarse en cuenta a la hora de diseñar el sistema de generador de energía eléctrica:

- El control del generador en máquinas individuales no debe estar centralizado, cada uno de estos debe ser instalado en el mismo módulo del generador.
- Estas máquinas individuales deben ser capaces de seguir operando sin necesidad de ver su funcionamiento interrumpido por otras unidades aunque se encuentren en paralelo.
- Se deben configurar todas las necesidades de una sola vez al instalar el interruptor principal, ya que una vez puesto en funcionamiento el centro de datos es difícil su reemplazo.
- Los generadores en paralelo han de tener la capacidad de sincronización manual, esto en caso de que se presente un fallo en la sincronización automática.

2.4.4. Sistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS)

Es sistema ininterrumpido de energía eléctrica es uno de los más comunes en el funcionamiento de los centro de datos y entre los elementos esenciales de este sistema está la conexión a tierra y la circulación armónica.

Ya sea el bypass estático, el bypass de mantenimiento, el disyuntor de salida, las conexiones de los bancos de carga, cualquiera de estos elementos afecta el sistema ininterrumpido de energía, de forma directa, provocando fallas e interrupciones que pueden ser perjudiciales para el correcto funcionamiento del centro de datos.

Se tiene que tener sumo cuidado con la configuración de bypass que se diseñe, ya que puede incurrirse en afectaciones graves para el funcionamiento del sistema ininterrumpido de energía eléctrica y entre otras se encuentra:

- Una combinación del “bypass” de mantenimiento y de las rutas de circunvalación estáticas, ya que reduce la capacidad de elimina un módulo.
- Cargas de conexiones de bancos de batería independientes de la fuente de salida del sistema, permitiendo realizar pruebas sin necesidad de interrumpir los servicios que dependen directamente de él.

Entre los posibles diseños por implantar en el sistema ininterrumpido de energía eléctrica se encuentran:

- Módulo individual de UPS con “bypass” estático interno y bypass de mantenimiento usando la misma fuente.
- Módulo individual de UPS con entradas al rectificador, “bypass” estático y “bypass” de mantenimiento usando la misma fuente.
- Módulo múltiple de UPS con entradas al rectificador, “bypass” estático y “bypass” de mantenimiento usando la misma fuente.
- Módulo individual de UPS con “bypass” de fuente alternativa, con entrada al rectificador de fuente primaria; entradas a “bypass “estático y “bypass” de mantenimiento con una fuente secundaria.

- Módulo múltiple de UPS con “bypass” de fuente alternativa, con entrada al rectificador de fuente primaria; entradas a bypass estático y de mantenimiento con una fuente secundaria.
- Módulo individual de UPS con “bypass” de fuente múltiple, con entrada al rectificador y “bypass” estático desde la fuente primaria y “bypass” de metimiento de una segunda fuente.
- Módulo múltiple de UPS con “bypass” de fuente múltiple, con entrada al rectificador y “bypass” estático desde la fuente primaria y “bypass” de metimiento de una segunda fuente.

Se recomienda a la hora de diseñar cualquiera de estos métodos, tener consideraciones que permitan contar con un sistema robusto, entre las cuales se encuentra:

- Automático, respuesta en un sólo paso ante un fallo.
- Fallos limitan el sistema que falló.
- La planta de energía UPS asigna de forma adecuada al sistema crítico de distribución de energía.
- El sistema de almacenado de energía es capaz de soportar la carga crítica durante los cortes de energía que puedan ocurrir.

Ahora a nivel de consideraciones tecnológicas, es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones en el momento de diseñar un sistema ininterrumpido de energía eléctrica para un centro de datos:

- Se debe asegurar que cada módulo es capaz de operar de forma individual y en caso de fallo no afecte a otros módulos.
- Todo sistema debe tener la capacidad de pasar a bypass de forma automática y manual.
- Se debe contar siempre con un sistema de almacenado de energía mediante baterías, según se adapte mejor a las necesidades y características del sitio.

Dentro de los tipos de sistemas ininterrumpidos de energía eléctrica, se encuentran los siguientes:

- Sistema de UPS estático: combinación de un sistema de alimentación ininterrumpida y de baterías, que permiten proporcionar energía de emergencia ante un fallo eléctrico.
- Sistema de UPS rotativo o dinámico: es una tecnología que une varios componentes, entre los cuales se encuentra un alternador síncrono, un acumulador de energía cinética y un motor de diesel incorporado.
- Sistema de UPS híbrido: permite que desde una misma plataforma se proporcionen la conversión de energía, la continuidad de energía y generadores.

2.4.5. Unidad de distribución de energía (PDU)

La unidad de distribución de energía es un producto integrado al sistema eléctrico, puede que incluya o no un transformador; y de ser así se debe coordinar las tolerancias de irrupción del sistema ininterrumpido de energía. Entre los elementos que puede contener la unidad de distribución de energía se halla:

- El PDU puede ser un sistema autónomo, o bien, puede que esté unido a un interruptor estático para la gestión de las cargas.
- Dependiendo de la topología del sistema de UPS puede contar con una o doble entrada.
- Se deben instalar canaletas para cableado más grandes de las normales.
- Según las normas locales de energía se han de considerar los índices de eficiencia de funcionamiento de las cargas; para lo que se debe especificar la no carga así como las pérdidas de esta al 25%, 50%, 75%, 90% y 100%.

2.4.6. Sistema de iluminación

El sistema de iluminación debe ser diseñado para proveer los niveles de iluminación de forma adecuada según las especificaciones y necesidades de cada uno de los aposentos dentro del centro de datos. Los elementos que deben tomarse en cuenta en el momento de diseñar este sistema son los tipos de aparatos, de lámparas, facilidades de cambio de éstas, lámparas de emergencia; así como el uso de controles de iluminación para seguridad y ahorro energético. A continuación se indica una lista de recomendaciones importantes por ser tomadas en cuenta en el diseño del sistema de iluminación:

- Es necesario contar con la mayor cantidad de iluminación natural así como la mayor cantidad de horas al día, sobre todo en áreas de personal, oficinas, salas de reuniones, salas de descanso, entre otras.
- La iluminación indirecta, o bien, la combinación de iluminación directa e indirecta para áreas de personal y cuarto de servidores, será una prioridad.
- Un protocolo de iluminación que se recomienda es el de tres niveles y en función de la ocupación humana; el primer nivel, programado para cuando no haya ninguna persona dentro de las instalaciones y solo se cuente con la iluminación necesaria para que la calidad de la imagen en las cámaras de vigilancia sea adecuada. El segundo nivel permite que los detectores de movimiento activen automáticamente el nivel de iluminación programado, y que cumpla con las necesidades de cada aposento. Por último; el tercer nivel, donde la iluminación debe ser como mínimo de 500 lux para el plano horizontal y de 200 lux para el vertical, medidos a 1 m por encima del piso y entre todos los gabinetes; de igual forma cuenta con sensores de movimiento que facilitarán iluminar las zonas sean estas de pasadizo, o bien, de estadía.

- Para la sala de servidores lo recomendado es como mínimo 500 lux en plano horizontal y 200 lux en plano vertical, y ambos medidos a 1 m por encima del piso. Se debe garantizar la iluminación en los pasillos entre los gabinetes, así como evitar reflejos en los monitores y con una uniformidad de la iluminación mayor al 90%.

Es importante que cualquier sistema de iluminación que sea diseñado cuente con los niveles de requerimiento que permitan ser amigables con el ambiente así como de economizar electricidad al máximo.

2.4.7. Conexión a tierra

Este sistema de conexión a tierra, según [10] permite brindar la protección adecuada ante picos de voltaje, mitigación de fallas eléctricas, protección contra rayos, entre otros; protegiendo a los sistemas eléctricos instalados, los equipos de tecnologías de información, pues les alarga la vida útil de estos y, por supuesto protege a las personas que albergan estos sitios, aunque se trabaje con voltajes bajos pero siempre es necesario guardar las medidas de seguridad para evitar cualquier altercado que atente contra la salud o vida de las personas.

En la Figura 6 se muestran los esquemas básicos y los componentes necesarios para la protección eléctrica tanto para los usuarios como para la infraestructura de telecomunicaciones.

“Backbone” de puesta a tierra de telecomunicaciones (TBB: Telecommunications bonding backbone)

Es un conductor de cobre y conecta la barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMBG) con las barras de tierra de los gabinetes de telecomunicaciones y el cuarto de servidores (TGB); tiene como objetivo principal reducir las diferencias de potenciales entre los equipos activos dentro de los gabinetes de telecomunicación.

Se recomienda para su diseño que las distancias sean lo menor posible, con un diámetro como mínimo de 6 AWG, no se recomienda realizar empalmes ni utilizar cañerías de agua como TBB.

Bus de puesta a tierra de telecomunicaciones (TGB: Telecommunications Grounding Busbar)

Es la barra de tierra instalada en el gabinete de telecomunicaciones o en el cuarto de servidores y es punto central de conexión de tierra de todos los equipos de este cuarto.

Esta barra es de cobre de 6 mm de espesor, 50 mm de ancho y el largo va a depender del número de equipos conectados a esta barra. En caso de contar con un edificio con una estructura metálica adecuadamente aterrizada y con facilidad de acceso, se puede conectar cada TGB a dicha estructura metálica, y utilizar cable de cobre con un diámetro de 6 AWG.

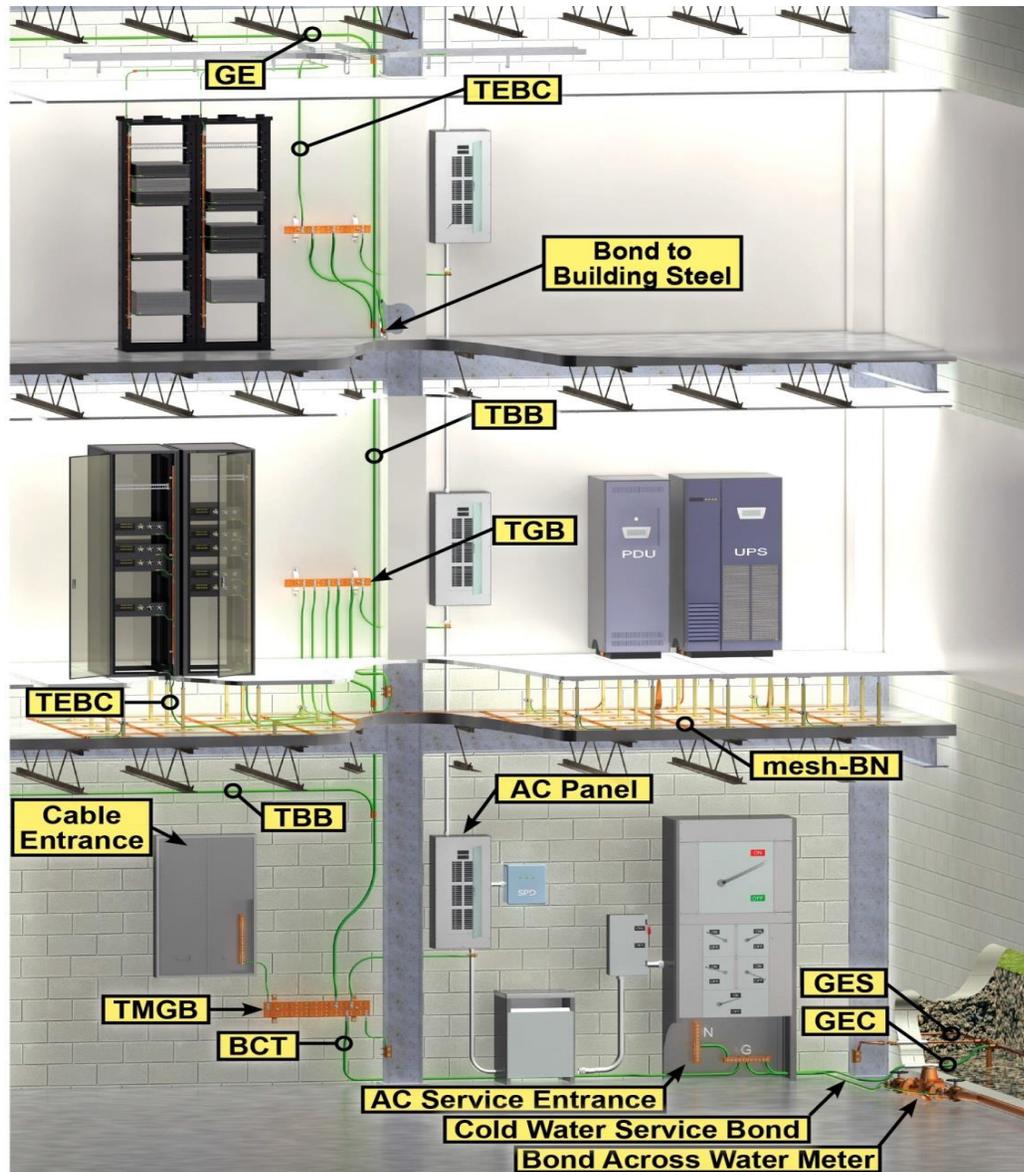
Barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMBG: Telecommunications main ground Busbar)

Su función es ser punto de conexión central de los TGB, es una barra principal de tierra ubicada en las facilidades de entrada; por lo general se instala solo una TMBG por edificio, y debe ser una barra de cobre de 6 mm de espesor y 100 mm de ancho como mínimo, y la longitud varía de acuerdo con la cantidad de conexiones que llegan a ella.

Dentro de las consideraciones necesarias para el diseño del sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones, se encuentran las siguientes:

- La capacidad no puede ser mayor de 6.6 nF a 1 kHz
- La impedancia característica se debe encontrar entre 100 ohm +/- 15% en el rango de frecuencias de la categoría del cable a utilizar.
- La resistencia no debe exceder los 9.38 ohm / 100 m.
- Se recomienda un anillo puesta de tierra para que sirva como un conductor de conexiones entre los sistemas, especialmente cuando existen múltiples servicios dentro de un edificio.
- En el caso de que el equipo sea diseñado para doble aislamiento, la puesta a tierra debe especificar el listado de requerimientos de seguridad del producto y el cumplimiento de las emisiones electromagnéticas.
- Todos los objetos metálicos sin uso dentro del centro de datos deben estar conectados al sistema de puesta en tierra, como gabinetes vacíos, "racks", escaleras de bastidores, entre otros.

El cumplimiento de estas recomendaciones, unido a las especificaciones técnicas dictadas por el código eléctrico local, hará de un sistema de puesta a tierra un elemento esencial para el funcionamiento y alargamiento de la vida útil del centro de datos y todos sus componentes.



Legend	
BCT	Bonding Conductor for Telecommunications
GE	Grounding Equalizer
GEC	Grounding Electrode Conductor
GES	Grounding Electrode System
TBB	Telecommunications Bonding Backbone
TEBC	Telecommunications Equipment Bonding Conductor
TGB	Telecommunications Grounding Busbar
TMGB	Telecommunications Main Grounding Busbar

Figura 6. Conexión del sistema de tierras de la infraestructura de telecomunicaciones.

Fuente: [2].

Capítulo 3: Marco metodológico

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con las características y naturaleza de este proyecto de una propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje; se realiza una investigación mixta, que según [8], los métodos mixtos, combinan varios para aprovechar sus fortalezas y minimizar sus debilidades.

Con ello se pretende la recopilación y procesamiento de la información, búsqueda de buenas prácticas y la investigación de campo, con el objetivo de evaluar y analizar las mejores técnicas de diseño en el mercado.

Se hacen necesarios la actualización de inventarios, cantidad de servidores, equipos activos y pasivos de telecomunicación, realizar mediciones de las áreas, medir las especificaciones de los materiales, gabinetes de servidores, gabinetes de telecomunicaciones, mediciones de humedad y temperatura del sistema ambiental, medición de luminosidad en las salas, cuantificar la cantidad de energía térmica producida por los equipos albergados en el sitio para determinar la capacidad de las unidades de aire acondicionado, así como la cantidad de kw requeridos por todos los equipos para calcular la capacidad del generador eléctrico, entre otros.

Debido a que actualmente se encuentra en funcionamiento el Centro de Procesamiento de Datos que se requiere reestructurar, se hace una recolección de datos reales de forma explorativa del estado actual y los requerimientos de la Organización que están siendo soportados.

Mediante el método descriptivo, que según [8], se busca especificar las propiedades importantes de cualquier fenómeno que sea sometido a análisis; se busca describir el funcionamiento y especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas (arquitectónico, telecomunicaciones, mecánica y eléctrico) que conforman el centro de datos actual.

3.2. Fuentes de información

Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizan diferentes orígenes de datos, que facilitan la recolección de toda la información indispensable para el estudio de las normas y buenas prácticas en diseño de data center, el análisis del diagnóstico del centro de datos actual, los nuevos requerimientos y la propuesta de reingeniería por definir. Entre las fuentes de información por consultar se encuentran:

- **Fuentes primarias:** las cuales están constituidas por información brindada por los funcionarios y funcionarias de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación del Instituto Nacional de Aprendizaje. Además, de documentos como libros, artículos de revistas, artículos de conferencia, informes técnicos, manuales y fuentes electrónicas.
- **Fuentes secundarias:** para este proyecto las fuentes secundarias son todas las consultadas como documentación técnica actualizada y documentación técnica normalizada.

3.3. Método de investigación

Se ha seleccionado el método de investigación analítico-sintético, para desarrollar el presente proyecto; según [11], este método *“descompone una unidad en sus elementos más simples, examina cada uno de ellos por separado, volviendo a agrupar las partes para considerarlas en conjunto”*.

De esta forma se busca en una primera etapa el análisis de cada uno de los elementos del centro de datos actual de la Organización y de las normas que rigen los diseños de los centro de datos, con el propósito de llevar a cabo una revisión exhaustiva de cada una de sus partes o sistemas. Y posteriormente, hacer una síntesis, que ayude al entendimiento de los elementos estudiados; favoreciendo el adecuado avance en la identificación de los requerimientos técnicos actuales y futuros de la Organización y la elección de la mejor reestructuración del Centro de Procesamiento de Datos.

3.4. Instrumentos de investigación

Según [8]; los instrumentos de investigación son *“un recurso del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”*. Por lo tanto; los recursos por utilizar en este proyecto y por la naturaleza de este, se hace necesario recurrir al juicio experto. Esto porque se requiere recolectar e indagar de forma precisa y concisa toda la información y experticia que puedan brindar los funcionarios y funcionarias de cada una de las Unidades Organizativas que conforman la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación del Instituto Nacional de Aprendizaje.

El uso de diagramas es otra herramienta de investigación que facilitará el control del presente proyecto; tal es el caso del diagrama de Gantt, que permite la representación gráfica del tiempo que se dedicará a cada una de las tareas en el presente proyecto, facilita el análisis del tiempo asignado a una tarea así como el seguimiento y control adecuado del proyecto.

Otro instrumento, son las fichas de observación, sobre todo en la etapa del diagnóstico de la situación actual del centro de datos institucional, pues facilitará contar con una herramienta en el momento de realiza la visita y que contendrá los puntos a ser revisados y evaluados en el sitio.

Capítulo 4: Estado actual del centro de datos del INA

En el presente capítulo se describe de forma detallada el estado actual del centro de datos; para poder determinar con exactitud las especificaciones y requerimientos actuales de los elementos en estudio y poder detectar las falencias y fortalezas con que se cuenta en la actualidad.

Los temas por abordar en este capítulo son la infraestructura arquitectónica, la de telecomunicaciones, la mecánica y para finalizar la eléctrica.

4.1. Estado actual general

La infraestructura arquitectónica en la cual se encuentra el centro de datos ha sido modificada y transformada para cumplir con los requerimientos necesarios para albergar la infraestructura tecnológica con que se cuenta hoy, ya que no fue diseñado como un centro de datos Institucional. El aposento es parte de un edificio de tres pisos, ubicado en el primer piso para agilizar el acceso de forma rápida y sencilla.

En esta sección se presentan de forma resumida tanto los requerimientos cumplidos como las falencias que se encontraron en el centro de datos actual basados en las normas ANSI/BICSI:

Cumple	No cumple
En cuanto a partículas suspendidas en el aire la infraestructura cuenta con materiales que disminuyen la generación de polvo y otras partículas que pueden producir algún efecto dañino en el equipo.	No se cuenta con piso falso pero sí con cielo raso suspendido de material no impermeable, sin embargo no se observan filtraciones de agua, ni manchas en los paneles.
Se cumple con las normas de prohibición de la ingesta de alimentos y bebidas.	No así con el desembalaje a lo interno de las instalaciones, ya que en caso de requerir en el sitio, se desempacan los componentes a instalar y se mantienen en el lugar cajas de cartón almacenadas con diferentes materiales.
En cuanto a la altura de los "racks" según la EIA/CEA-310E, sí se cumple en cuanto a la altura máxima, dimensiones tanto de ancho como de profundidad, así como del sistema de cable con que se cuenta instalado.	La norma dicta que los equipos activos como gabinetes deben estar anclados al cielo raso o al piso; sin embargo, aunque se encuentra en un país altamente sísmico ningún gabinete está anclado.
La norma indica que los gabinetes deben ser colocados en hileras continuas en espacios y con una cantidad en las mismas de un número igual, cumpliéndose estas recomendaciones, pues se cuenta con dos hileras una frente a la otra, una con cuatro gabinetes y la otra con cinco, ubicadas de forma continua sin espacios	No así el ancho de los pasillos calientes que requiere al menos 1 m, y se cuenta con 0.60 m. Además, en lo que respecta al área del cuarto de comunicaciones, según basados en la cantidad de gabinetes instalados no se cumple con dicha área según el ICREA, ya que para la cantidad que se tiene que son 9 gabinetes, lo recomendado serían 33.39 m ²

Cumple	No cumple
<p>entre los equipos, formando un pasillo de aire frío y dos de aire caliente, evitando que el aire caliente se disperse y se combine con el aire frío. El ancho del pasillo frío cumple según lo requerido por la norma.</p>	<p>como mínimo, y el área con que se cuenta actualmente es de 25 m².</p>
<p>En cuanto a las buenas prácticas y especificaciones técnicas referente al sistema mecánico se tiene que es necesario contar con un sistema de aire acondicionado que cumpla con las directrices térmicas de ASHRAE en cuanto al índice de enfriamiento del "rack"; actualmente, se cuenta con dos unidades de aire acondicionado con una capacidad de 24000 BTU cada una, las cuales se encuentran una en cada una de las hileras de gabinetes, aunque permiten mantener la temperatura 18 a 27°C y una humedad relativa máxima del 60%, según lo indica la norma.</p> <p>La ubicación de las unidades de aire acondicionado es correcta, pues se encuentran una en cada fila de bastidores, no generan ningún tipo de vibración en el suelo y se cuenta con un mantenimiento preventivo mensual por parte de un proveedor externo a la Institución.</p>	<p>Debido a la cantidad requerida del índice de enfriamiento de los "rack" actuales, es muy probable que en caso de fallar una unidad, la que queda funcionando no sea capaz de llevar toda la carga total del centro de datos, por tanto, no se cuenta con un sistema de respaldo de aire acondicionado.</p>
<p>Según las recomendaciones necesarias en cuanto a seguridad según la norma, el centro de datos actual cumple con tener identificado el personal que acceda el sitio, mediante una bitácora donde se lleva el control del nombre de la persona funcionaria, visitante y proveedores. Solamente la Jefatura del PITEC es quien brinda la autorización para las personas funcionarias, no se cuenta con tiempo de acceso limitado, y el dispositivo de seguridad de acceso instalado es mediante tarjetas de identificación. El acceso al centro de datos es por una única puerta de vidrio, que cuenta con una cerradura la cual solo se controla con tarjeta o llave desde el exterior y al interior vía manual. No se cuenta con vigilancia humana en el edificio, solo con un sistema de circuito cerrado de televisión que permite tener monitoreado tanto lo interno como exterior del centro de datos.</p>	<p>En ocasiones por falta de personal no se acompaña en todo momento a los proveedores que visitan el sitio, ni se cuenta con identificación temporal para los visitantes y proveedores. No están debidamente documentados todos los procedimientos de acceso al centro de datos. No se tienen establecidos los controles que deben ser cumplidos por las jefaturas.</p>

Cumple	No cumple
<p>En cuanto al sistema de detección y extinción de incendios, se cuenta con un sistema de sensores para la detección y de aspersores de un agente limpio que permite la extinción en caso de algún siniestro en menos de 30 segundos.</p>	<p>Como dicta la norma no se debe tener materiales inflamables dentro del lugar, en este caso no se cumple debido a que dentro del aposento tanto su construcción como elementos a lo interno están diseñados con materiales inflamables tales como cartón, madera, tela, plástico entre otros. Por tanto, los materiales constructivos de este no cumplen.</p>
<p>Además, se cumple con la norma en cuanto a mantener un extintor portátil ubicado de forma visible y accesible, con un rótulo del tipo de fuego que puede ser extinguido.</p>	<p>El extintor no se recarga desde mayo del 2006, incumpliendo con el debido mantenimiento de este.</p>
<p>Se cuenta con un sistema de transferencia eléctrica, de transición abierta, que permite que al fallar el fluido eléctrico del proveedor de servicios, ingrese a funcionar de forma automática y pueda brindar soporte al encendido de la planta de energía. Se tiene instalado un sistema de respaldo eléctrico con una capacidad es de 50 KVA trifásica y abastece toda la primera planta del edificio donde se encuentra el centro de datos. Además, se cuenta con generador de energía eléctrica, la cual ingresa a funcionar de forma inmediata al ejecutarse un corte eléctrico del proveedor de servicios.</p>	<p>En lo que respecta al sistema eléctrico, este ha venido sufriendo transformaciones debido a que el lugar no fue diseñado para albergar la carga eléctrica requerida en la actualidad. Se cuenta con cuatro tableros al interior del centro de datos, a los cuales se les han realizado trabajos de restructuración de distribución de cargas eléctricas e identificación de cada uno de los circuitos. El sistema de respaldo eléctrico tiene la desventaja de no contar con un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado, lo cual ha traído a contraste que el banco de baterías no cuente con la capacidad completa.</p>
<p>Para cada uno de los gabinetes se cuenta con una unidad de distribución de energía.</p>	<p>No se cumple con los estándares de ANSI/NECA/BICSI 607 en cuanto a la unión y sistema de conexión a tierra de los gabinetes; ya que solo se cuenta con un bus de puesta a tierra de telecomunicaciones – TGB dentro del centro de datos, pero no así con la instalación de la barra principal de tierra de telecomunicaciones – TMBG. Esta es un elemento en el sistema eléctrico esencial para el funcionamiento y alargamiento de la vida útil de cada uno de los equipos dentro del centro de datos.</p>

4.2. Infraestructura arquitectónica

La infraestructura física es uno de los elementos más importantes en el centro de datos, debido a que provee las condiciones para que los demás sistemas involucrados puedan operar de forma satisfactoria. En la presente sección se realiza una descripción general del centro de datos actual de la Institución, la distribución de las áreas existentes, detalle de las paredes, cielo raso, pasillos, bastidores, señalización, entre otras.

4.2.1. Descripción general

La Sede Central del Instituto Nacional de Aprendizaje como se muestra en la Figura 7; se halla en la Provincia San José en el distrito de La Uruca, posee un área total de 348.800 m² y un área de construcción 77.000 m².

El centro de datos se ubica en el primer piso de un edificio de tres niveles; en el primero como se observa en la Figura 8, se encuentran las oficinas de la Gestión de Tecnologías de Información de la Institución. En el segundo piso se localizan las oficinas administrativas del Departamento de Recursos Humanos y en el tercer piso, las oficinas de Auditoría Interna.



Figura 7. Ubicación del edificio de tres niveles en la Sede Central del INA.
Fuente: [13].



Figura 8. Edificio de tres niveles que alberga el centro de datos del INA.
Fuente: Elaboración propia.

El centro de datos está próximo a dos vías públicas de alto tránsito, la primera a 75 m y es una calle pública con tránsito considerable; y la segunda, ubicada a los 150 m la cual es una autopista. Ambas vías tienen un nivel de tránsito elevado de todo tipo de vehículo; no se perciben vibraciones pero se tiene un grado de contaminación ambiental como el polvo y hollín, no se tienen instalados filtros de para proteger de esta contaminación.

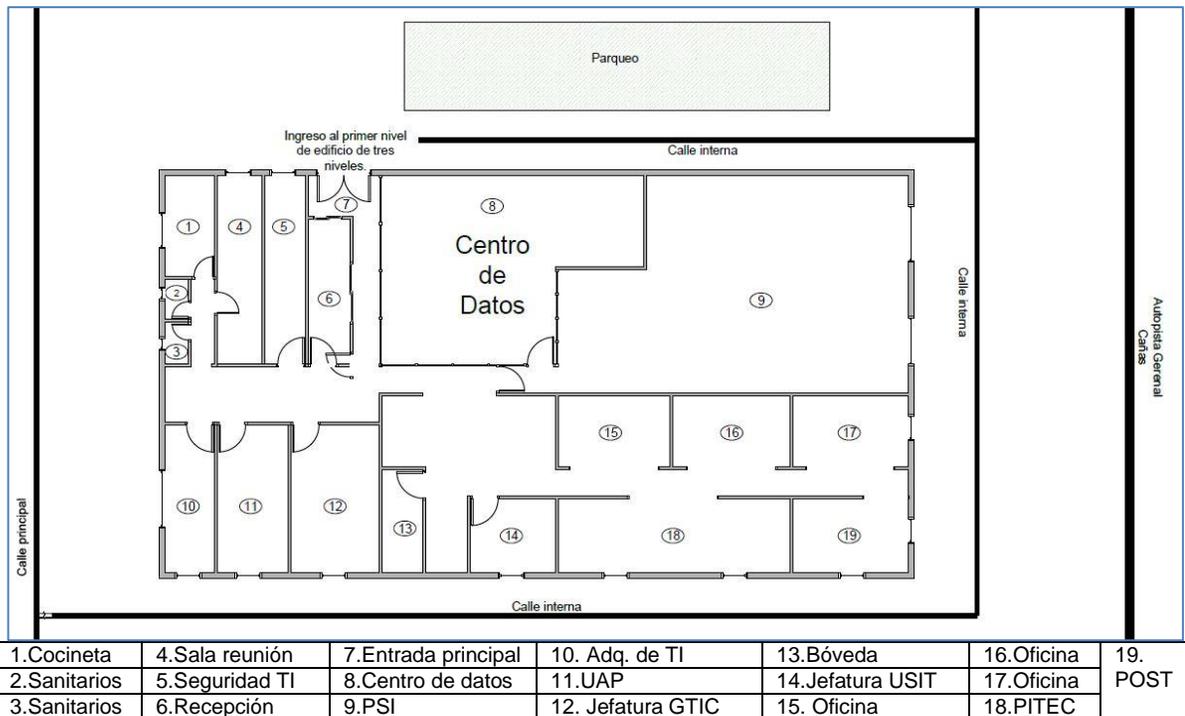


Figura 9. Croquis del primer piso del edificio donde se localiza el centro de datos.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9 se muestra la distribución de la primer planta del edificio donde se localiza el centro de datos: en la entrada principal del edificio se encuentra la recepción, en la cual se registran las personas visitantes y se les da acceso a las diferentes oficinas de la Gestión de Tecnologías de Información, a la derecha se encuentra la oficina del Seguridad Informática, la sala de reuniones con una capacidad para diez personas, la cocineta y los servicios sanitarios de toda la primera planta. Al frente de la recepción se hallan las oficinas de Adquisición Tecnológica, Unidad de Proyectos y la oficina de la Jefatura de la Gestión; y en la parte derecha se encuentra el centro de datos el Proceso de Sistemas Institucionales, las oficinas del proceso de Operaciones de Servicios Tecnológicos, el Proceso de Infraestructura Tecnológica, la oficina de la Jefatura de la Unidad de Servicios Informáticos y Telemáticos.

4.2.2. Áreas

El centro de datos se compone de un solo aposento como se muestra en la Figura 10, sin divisiones y con un único acceso para ingresar a los bastidores, área mecánica, área eléctrica y área de telecomunicaciones.

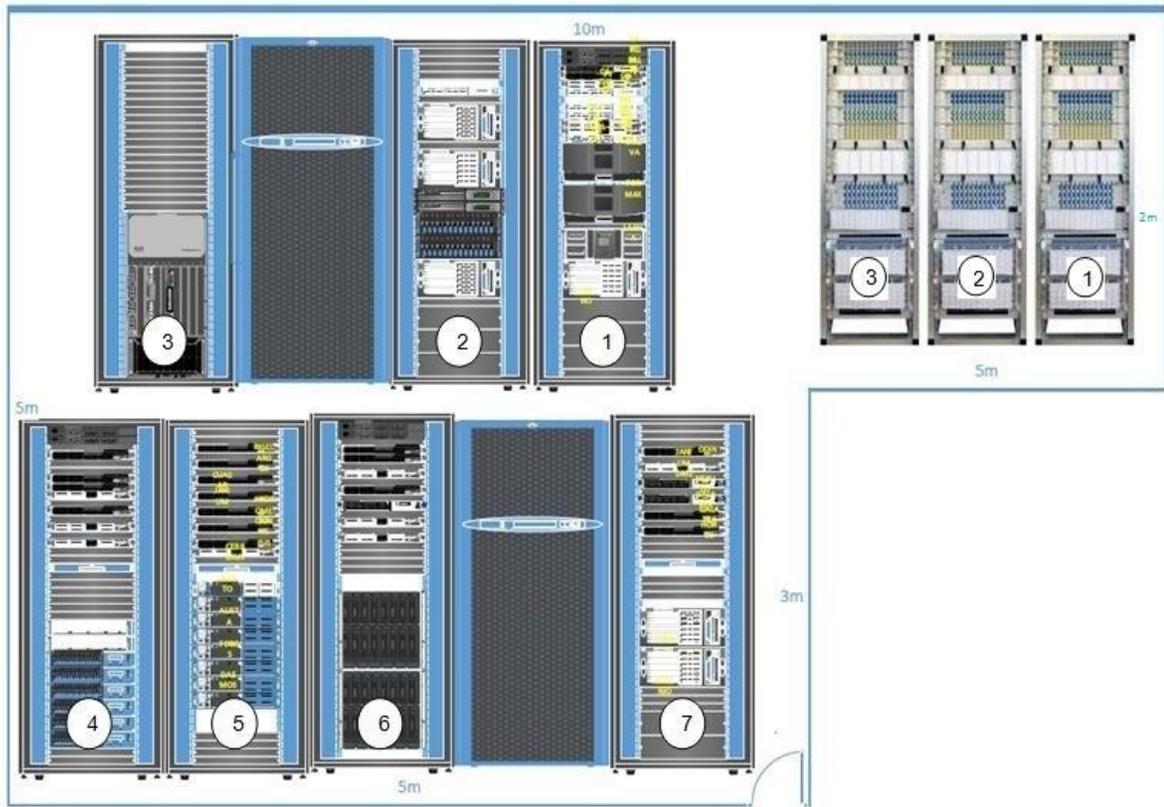


Figura 10. Croquis del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Pasillos

Debido a que las dos hileras de bastidores se encuentran de frente una a la otra, en medio de estas hileras se forma un pasillo frío y detrás de cada una de las filas de los bastidores se constituyen dos pasillos calientes.

La ubicación de las unidades de aire acondicionado de precisión a los extremos de las dos hileras y de forma contrapuesta permite una circulación adecuada del aire frío, y al no existir espacio entre los gabinetes, el aire caliente no se combina con el aire frío y se convierte en un ambiente controlado.

4.2.4. Paredes

El centro de datos cuenta con tres paredes perimetrales de concreto, con una altura desde el piso hasta el contrapiso del segundo nivel del edificio de 3 m; con pintura de color blanco a base de agua, las paredes no tienen ventanas ni puertas. Además; de otras tres paredes, una altura desde el piso hasta el cielo raso de 2.60 m, las cuales tienen una estructura de un metro desde el piso de material liso de fibrocemento y la parte superior es de vidrio templado ahumado con una altura de 1.60 m hasta el cielo raso y 1 m de ancho cada panel, con una estructura para los marcos de aluminio como se observa en la Figura 11.



Figura 11. Pared del centro de datos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Pisos

No se cuenta con piso falso, todo el piso a lo interno del centro de datos tiene un mismo nivel, es de mosaico de terrazo de 33 cm x 33 cm color oscuro, con resina en las ranuras para evitar el polvo y la humedad, y con un peso aproximado de 80 kg / m² y con una carga de rotura mínima en laboratorio de 1100 kg [9].

No se cuenta con ningún tipo de tubería eléctrica ni aire acondicionado debajo del piso.

4.2.6. Cielo raso

El cielo raso en todo el centro de datos está suspendido de una estructura de aluminio que soporta láminas de fibrocemento de 0.60 x 0.60 m, con un espesor de 2 cm, de color blanco. No falta ninguna lámina y no se observa ninguna mancha provocada por humedad. La altura del cielo raso es de 2.60 m.

La ductería que va por dentro del cielo raso es de pvc y mt, no es tubería a prueba de fuego; sin embargo, se encuentra en buen estado y se cuenta con cajas concentradores de conexión tanto eléctricas como de aire acondicionado

4.2.7. Puertas

Existe una única puerta de acceso al centro de datos, la cual es de vidrio transparente con marcos de aluminio, posee una manija y un mecanismo de cerradura de seguridad con bloqueo sin llave. La puerta abre hacia el interior del aposento, mide 90 cm de ancho y 2.10 cm de alto y no se cuenta con ninguna puerta de emergencia.

4.2.8. Sistema de control de acceso

Para ingresar al centro de datos se cuenta con un sistema de control de acceso basado en tarjetas de identificación, tienen acceso al centro de datos los siete funcionarios del Proceso de Infraestructura Tecnológica y los tres del Proceso de Operaciones de Servicios Tecnológicos.

No se cuenta con horarios de acceso controlados por el sistema.

Las visitas técnicas al centro de datos por lo general son realizadas por la empresa proveedora de servicios de telecomunicación, por la que brinda soporte técnico a los equipos activos y la que da soporte técnico al sistema de aire acondicionado. No se cumple la condición de que siempre que personas ajenas a la Institución visitan el centro de datos se les acompaña en todo momento. Las personas que brindan estos mantenimientos a los equipos se encuentran totalmente identificadas.

No se están debidamente establecidos los procedimientos para el control de acceso al centro de datos, ni tampoco se encuentran documentados.

No hay un programa de señalización de las áreas restringidas dentro del centro de datos.

4.3. Infraestructura de telecomunicaciones

En esta sección se describe la situación actual del centro de datos en cuanto al área de telecomunicaciones, la descripción de los equipos activos y pasivos con que se cuentan y el detalle de sistema de cableado estructurado.

4.3.1. Área de telecomunicaciones

Las áreas con que se cuentan son las siguientes:

- Cuarto de servidores: mide 5 x 5 m.
- Cuarto de telecomunicaciones: mide 5 x 2 m.
- Cuarto de almacenamiento de medios de respaldo: mide 1.10 x 1.80 m.
- Cuarto de sistema de respaldo eléctrico: mide 4 x 4 m.

La mayoría de los materiales utilizados a lo interno del centro de datos permite disminuir las partículas suspendidas en el aire; se cuenta con un piso de terrazo, bastidores, gabinetes, canastas de estaño, zinc galvanizado, aluminio, acero inoxidable en muy buen estado. Sin embargo, se encuentran almacenadas dentro del aposento varias cajas de cartón, sillas dañadas, láminas del cielo raso no instaladas en su posición (ver Anexo 1) y no se cuenta con filtros de aire instalados.

Los bastidores tanto de equipo activo como de aire acondicionado de precisión no se encuentran anclados al piso ni al cielo raso (ver Anexo 2).

4.3.2. Equipo activo y pasivo

4.3.2.1. Gabinetes

Hay dos filas de bastidores, la primera fila de gabinetes se conforma de cuatro en total, de los cuales el tercero corresponde al aire acondicionado de precisión y los tres restantes son gabinetes de equipos activos, con una longitud total de los cuatro bastidores 2.40 m y con un espacio hasta la parte trasera de estos de 66 cm a la pared de concreto.

En la Figura 11 se muestra que la segunda fila está conformada por cinco bastidores de los cuales el primero corresponde al aire acondicionado de precisión y los cuatro restantes de equipos activos. Con una longitud total de los cinco bastidores de 3 m con un espacio de 66 cm en la parte trasera de los bastidores hasta la pared.

Las dos hileras de bastidores se encuentran una frente a la otra, y entre los bastidores de cada una de las filas no existe espacio, de forma que se encuentran totalmente unidos uno al otro y con una cantidad similar de bastidores a ambos lados. En la Tabla 2 se detalla el contenido de los equipos activos en cada uno de los gabinetes instalados en el centro de datos.

En la Tabla 3 se describen los equipos instalados en los tres “racks” del área de telecomunicaciones, que brindan los servicios de comunicación de datos.

Además, en cuanto a enlaces de datos primarios para brindar servicios a la Sede Central en la Uruca, se cuenta con cuatro enlaces de datos con una capacidad cada uno de 200 megas y dos enlaces de Internet de 34 megas cada uno. En la Tabla 4 se especifican todos los enlaces de datos de los diferentes sitios remotos como Unidades Regionales, Centros de Formación Profesional y edificios del Instituto a nivel Nacional. No se cuenta con ningún enlace secundario para estos sitios. Todos los enlaces de datos son brindados por el mismo proveedor de servicios.



Figura 11. Hilera de gabinetes del centro de datos del INA.

Tabla 2:
Inventario de los gabinetes del centro de datos del INA.

Equipo	Consumo máximo (BTU/hr)	Potencia máxima (W)	Amperios	Cantidad U's en el "rack"	Voltaje de operación (Volt)
Gabinete #1					
HP 4/8 (16)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
HP 4/8 (16)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
Proliant DL360 G4	2000	585	5,85	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G3	1146	336	3,0	1	220
Proliant DL360 G3	1146	336	3,0	1	220
Proliant DL360 G3	1146	336	3,0	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
StorageWork s MSL6030	671	240	1,41	5	220
StorageWorks MSL6026	671	200	1,41	5	220
StorageWorks MSL4048	1065	312	1,41	4	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
StorageWorks Ultrium 960	1224	360	2,5	3	220
Sub-Total	20138	5831	37,58		
Gabinete #2					
OpenView Storage Management Appliance III G3	1535	325	2,5	1	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
HP StorageWorks EVA3000	1600	609	2,94	5	220
HP StorageWorks EVA3000	1600	609	2,94	5	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
Sub-Total	12727	3883	24,28		
Gabinete #3					
Netbotz APC				1	
Nexus 7000	12219	6000	25	21	220
Sub- Total	12219	6000	25		
Gabinete #4					
HP 8/8 (8)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
HP 8/8 (8)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
HP StorageWorks EVA6100	6268	1837	7,8	18	220
Sub-Total	23283	6739	29		

Equipo	Consumo máximo (BTU/hr)	Potencia máxima (W)	Amperios	Cantidad U's en el "rack"	Voltaje de operación (Volt)
Gabinete #5					
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
HP IntegrityRX3600 Server	3736	1095	15	4	220
HP IntegrityRX3600 Server	3736	1095	15	4	220
HP IntegrityRX3600 Server	3736	1095	15	4	220
HP IntegrityRX3600 Server	3736	1095	15	4	220
Sub-Total	36749	10804	86,7		
Gabinete #6					
HP 8/8 (8)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
HP 8/8 (8)-ports Enabled SAN Switch	195	57	0,3	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G4p	2000	565	2.85	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Enclousure C7000 con 14 BL460C G7	13973	4098	11,61	10	220
Enclousure C7000 con 2 BL860c i2 y 2 BL870c i2	12698	3724	10,55	10	220
Sub-Total	42816	12437	39,86		
Gabinete #7					
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G6	1715	460	2,2	1	220
Proliant DL360 G4p	2000	565	2.85	1	220
Proliant DL360 G4p	2000	565	2.85	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
Proliant DL360 G5	2870	852	3,5	1	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
ALPHAServer DS25	2664	780	5,3	5	220
Sub-Total	19653	5706	23,3		
TOTAL	167585	51400	265,72		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3:
Inventario de los “racks” de telecomunicaciones del centro de datos del INA.

Equipo	Consumo máximo (BTU/hr)	Potencia máxima (W)	Amperios	Cantidad U's en el “rack”	Voltaje de operación (Volt)
Rack 1					
Bandeja Fibra	-	-	-	3	-
Bandeja Fibra	-	-	-	2	-
Bandeja Fibra	-	-	-	6	-
Bandeja Fibra Nordx CDT IBDN	-	-	-	10	-
Bandeja Fibra Hubbell Optichanel	-	-	-	6	-
Bandeja Fibra Nordx CDT IBDN	-	-	-	10	-
Bandeja Spare CTC Union 10 Transceivers	-	-	-	9	-
Bandeja Spare CTC Union 12 Transceivers	-	-	-	9	-
Organizador Hubbell	-	-	-	9	-
Regleta Hubbell HPWPWR	-	-	15	3	110
Regleta Hubbell MCCPSS19	-	1800	15	3	110
Tripp Lite SmartPro UPS	-	2250	15	6	110
Sub-Total	0	4050	45		
Rack 2					
Regleta Hubbell HPWPWR	-	-	15	3	110
Patch Panel 48 Angular	-	-	-	6	-
Patch Panel 48 Angular	-	-	-	6	-
Switch Cisco Catalyst 2960G	256	75	3	3	110
Switch Cisco Catalyst 2960G	256	75	3	3	110
Switch Cisco Catalyst 2960G	256	75	3	3	110
Organizador Hubbell	-	-	-	9	-
Fortigate 1000AFA2	785	230	7 3,5	5	110
Fortigate 1000AFA2	785	230	7 3,5	5	110
Fortimanager 3000	666	162	4	5	110
Fortianalyzer 2000A	519	200	9	5	110
Fortigate 3016B	574	168	8	5	110
Sub-Total	4097	1215	66		
Rack 3					
Patch Panel 24	-	-	-	3	-
Patch Panel 48	-	-	-	6	-
Patch Panel 48	-	-	-	6	-
Organizador Hubbell	-	-	-	9	-
Switch Cisco Catalyst 2960G	256	75	3	3	110
Aruba NetWorks 3200	-	35	1,5	3	110
Lenel	355	120	3	9	110
Aruba NetWorks 3200	-	35	1,5	3	110

Equipo	Consumo máximo (BTU/hr)	Potencia máxima (W)	Amperios	Cantidad U's en el "rack"	Voltaje de operación (Volt)
Router Cisco 7200 Series VXR	1262	370	5	9	110
Router Cisco 7200 Series VXR	1262	370	5	9	110
Regleta MCCPSS19 Hubbell	-	1800	15	3	110
Sub-Total	3135	2805	34		
Total	7232	8070	145		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4:
Enlaces de datos del INA a nivel nacional.

N°	Lugar	Tecnología	Velocidad / Megas
Unidad Regional Central Occidental			
1	CFP Naranja	Fibra óptica	4
2	Ciudad Tecnológica Mario Echandi	Fibra óptica	10
3	Ciudad Tecnológica Mario Echandi	Fibra óptica	10
4	CFP Alajuela	Cobre	4
5	CFP Grecia	Fibra óptica	2
6	CFP San Ramón	Fibra óptica	2
7	CFP Valverde Vega (Sarchí)	Fibra óptica	2
Unidad Regional Central Oriental			
8	CFP Don Bosco	Fibra óptica	10
9	CFP Don Bosco	Fibra óptica	10
10	CFP Florida Sur	Fibra óptica	4
11	CFP Desamparados	Fibra óptica	2
12	CFP Hatillo	Fibra óptica	4
13	CFP Leon XIII	Fibra óptica	4
14	CFP Mora	Fibra óptica	2
15	CFP Pavas	Fibra óptica	4
16	CFP Zetillal	Fibra óptica	4
17	CFP Puriscal	Inalámbrico	2
18	CNE Comercio y Servicios	Fibra óptica	4
19	CNE Turismo	Cobre	4
20	CNE Industria de Madera (Tirrases)	Fibra óptica	4
21	CNE Industria Textil	Fibra óptica	4
22	CNE Cultura, Salud y Artesanía	Fibra óptica	4
23	CFP Alajuelita	Fibra óptica	4
24	CFP Lomas Ocloro	Fibra óptica	4
Unidad Regional Heredia			
25	Unidad Regional	Cobre	4
26	CFP Heredia	Fibra óptica	2
27	CFP San Rafael	Cobre	2
28	CNE Electrónica	Cobre	4
29	Almacén Regional	Cobre	2
Unidad Regional Cartago			
30	Unidad Regional	Cobre	4
31	CFP Turrialba	Cobre	4
32	CFP Paraíso	Fibra óptica	2
33	CNE Los Santos	Inalámbrico	4
34	Convenio INA - Parque Industrial	Inalámbrico	4

N°	Lugar	Tecnología	Velocidad / Megas
35	CFP Loyola	Fibra óptica	2
36	CNEAO Chinchilla	Inalámbrico	4
37	Almacén Regional	Wimax	1
Unidad Regional Brunca			
38	Unidad Regional	Inalámbrico	4
39	CRP Río Claro	Inalámbrico	2
40	Almacén Regional	Inalámbrico	2
Unidad Regional Caribe			
41	Unidad Regional	Fibra óptica	4
42	CFP Limón	Cobre	2
43	CFP Guácimo	Inalámbrico	2
44	CFP Talamanca	Inalámbrico	2
Unidad Regional Pacífico			
45	Unidad Regional	Fibra óptica	4
46	Núcleo Náutico Pesquero	Inalámbrico	4
47	CFP Fray Casiano	Fibra óptica	4
48	CFP Orotina	Inalámbrico	2
49	CNE Náutico Pesquero	Cobre	4
50	Almacén Regional	Inalámbrico	2
Unidad Regional Chorotega			
51	Unidad Regional	Fibra óptica	4
52	CRP Santa Cruz	Inalámbrico	2
53	CFP Nicoya	Inalámbrico	2
54	CFP La Cruz	Inalámbrico	2
55	CNE Agricultura Bajo Riego La Soga	Inalámbrico	2
UNIDAD REGIONAL HUETAR NORTE			
56	Unidad Regional	Fibra óptica	10
57	CRP La Marina	Fibra óptica	10
58	CFP Sarapiquí	Inalámbrico	2
59	CR Ciudad Quesada	Cobre	4
Sede Central La Uruca			
60	Enlace de Internet I	Fibra óptica	34
61	Enlace de Internet II	Fibra óptica	34
62	Enlace datos I	Fibra óptica	200
63	Enlace datos II	Fibra óptica	200

Nota. Fuente: Proceso de Infraestructura Tecnológica del INA.

4.3.2.2. Pasillos fríos y calientes

Como se muestra en la Figura 12; las dos filas de bastidores una frente a la otra conforman el pasillo frío con dimensiones de 3.30 m x 1.60 m, no cuenta con rejillas en el piso para la distribución del aire frío y no existen espacios entre los bastidores.

Los dos pasillos calientes que se forman detrás de las dos filas tienen una dimensión de 3.30m x 0.66 cm.

		Pasillo Caliente		
		Atrás		
		Gabinetes		
		Frente		
		Pasillo Frío		
		Frente		
		Gabinetes		
		Atrás		
		Pasillo Caliente		

Figura 12. Pasillo frío y caliente del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

Los gabinetes no cuentan con ningún tipo de ventilador para el flujo de aire forzado, únicamente hace uso del aire del pasillo frío y pasillo caliente a través de las rejillas de las tapas de dichos equipos.

4.3.3. Sistema de cableado

4.3.3.1. Área de distribución principal

El área de distribución principal mide 5 x 2 m, y es el área de conexión cruzada principal, en la cual se encuentran:

- 2 routers core Cisco 7200 interfaz Giga.
- 1 conmutador core LAN Cisco 6509 y 110 switches Cisco 2960g.
- 8 conmutadores brocade core de la SAN.
- 2 conmutadores de alto rendimiento Cisco Nexus 7000.

Se cuenta con una central telefónica marca Nortel modelo Meridian 1, posee 1185 extensiones; dicho equipo se encuentra ubicado en un cuarto en otro edificio administrativo a 300 m del centro de datos.

En lo que respecta a la topología de red, es estrella jerárquico en capas, la cual es la arquitectura recomendada por la industria; en cuanto a cableado vertical (backbone) en el campus de la Sede Central de la Uruca se cuenta con 29 enlaces a los diferentes edificios de fibra óptica monomodo OM3 62.5/125 micras; las cuales salen del área de telecomunicaciones del centro de datos del gabinete de telecomunicaciones 1 por diferentes rutas hasta los edificios de toda la sede.

En lo que respecta a la WAN se cuenta con 63 enlaces de datos de diferentes tecnologías (cobre, fibra óptica, inalámbrico y Wimax) y velocidades que van desde 2 Mbps hasta 200 Mbps, a los diferentes Centros de Formación Profesional y Sedes de la Institución a nivel Nacional con un único proveedor de servicios nacional como se detalla en la Tabla 4.

No existen enlaces redundantes a estos sitios.

En lo que respecta a la topología de red implementada es estrella jerárquico en capas, la cual es la arquitectura recomendada; en cuanto a cableado vertical (backbone) en el campus de la Sede Central de la Uruca se cuenta con 29 enlaces a los diferentes edificios de fibra óptica monomodo de 62.5/125 micras tipo OM3; las cuales salen del área de telecomunicaciones del centro de datos del gabinete de telecomunicaciones #1 por diferentes rutas hasta los edificios de toda la sede.

En lo que respecta a la WAN se cuenta con 56 enlaces de datos MPLS de diferentes velocidades que van desde 2 Mbps hasta 20 Mbps, hacia los diferentes Centros de Formación Profesional y Sedes de la Institución a nivel nacional con un único proveedor de servicios y no existen enlaces redundantes a estos sitios.

La capa Core está compuesta por dos conmutadores de alto rendimiento Cisco Nexus 7000, permite un nivel de alta disponibilidad tipo 2(N+1). La capa de distribución se compone por un conmutador "core" LAN Cisco 6509 con fuentes de poder y controladoras redundantes. Y la capa de acceso de usuarios está integrada por 110 conmutadores Cisco 2960g sin redundancia.

En cuanto a la capa de server Access, que permite la interconexión de los servidores a la red la integra el Cisco Nexus 7000, tiene un diseño de topología de acuerdo con las exigencias en el mercado actual.

El cableado horizontal dentro del centro de datos es cableado UTP categorías 6; y se conectan a los gabinetes de telecomunicaciones 2 y 3.

El cableado estructurado a nivel LAN en la Sede Central, se encuentra en diferentes tipos como fibra monomodo, cable UTP categorías como el 5e, 6, 6a; y se encuentra en diferentes estructuras con cableado desconectado y abandonado que no ha sido removido.

A nivel de red de almacenamiento, se tiene una física de fibra configurada con dos redes virtuales que brinda el servicio a todo el centro de datos.

En lo concerniente a identificación y etiquetado del sistema de telecomunicaciones, muy pocos cables UTP y en menor grado las fibras están identificadas. Además, se usan etiquetas hechas a mano con material que se desprende con facilidad de los cables.

El cableado eléctrico y de red que son transportados en las canastas portacables encima de los siete gabinetes de servidores se encuentran ordenados, no así el ingreso a cada uno de los gabinetes.

Los tres gabinetes telecomunicaciones cuentan con espacio para crecimiento futuro.

No existe actualmente ninguna política institucional para la actualización de cableado estructurado dentro del centro de datos.

A lo interno del centro de datos existen actualmente instaladas 48 salidas de red datos categoría 6 y el restante cableado instalado en el gabinete de telecomunicaciones 3 corresponde a 100 salidas de red de datos categoría 6A que dan soporte a las oficinas administrativas del primer, segundo y tercer piso del

edificio. La certificación de este se aplicó por parte de la empresa proveedora que realizó la instalación, pero no fue directa del fabricante; dicha certificación ya venció su garantía.

Actualmente no existe un plan de mantenimiento preventivo del cableado estructurado, solo se atiende de forma correctiva en caso de presentarse un incidente.

4.3.4. Almacenamiento de los medios magnéticos

Se cuenta con una bóveda para el almacenamiento de las cintas magnéticas, con un inventario de los medios magnéticos utilizados, cada medio tiene su etiqueta que permite identificarlo de forma clara, se realizan periódicamente revisión de los medios magnéticos, cuando se desecha un medio se documenta pero no se tiene un procedimiento que regule su destrucción. No existe ningún proceso que defina cómo se debe rotular un medio, no se brinda información en ningún medio de almacenamiento y tampoco se cuenta con el procedimiento en caso de requerir realizarlo. Solo los funcionarios autorizados hacen las tareas de respaldo de la información pero no se cuenta con normas de acceso con algún medio de almacenamiento externo por parte de otros funcionarios o proveedores. Aunque existe una bóveda ubicada fuera del cuarto de cómputo, en éste se encuentran ciertos medios de almacenamiento sin ningún control de acceso (ver Anexo 3).

4.4. Infraestructura mecánica

4.4.1. Aire acondicionado

El centro de datos cuenta con dos unidades de aire acondicionado de precisión, ubicada una en cada una de las filas de bastidores como se observa en la Figura 13, son marca APC modelo Inrow Rp, con capacidad de dos toneladas cada uno. Las dimensiones son 2 x 0.60 x 1 m. la temperatura en el pasillo frío oscila en los 21°C con una humedad del 53%, no se cuenta con deshumificador.

Se cuenta con un mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades una vez al mes por parte de un proveedor externo a la entidad.



Figura 13. Unidad de aire acondicionado de precisión del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Ventilación

El centro de datos no cuenta con filtros de aire, ni ninguna ventaja ni ranuras hacia otros aposentos contiguos, no se cuenta con dispositivos de sellado de ranuras en la puerta principal.

La limpieza del centro de datos está a cargo de los funcionarios del PETIC, se realiza con una frecuencia de cada cuatro meses.

La altura total del cielo raso es de 2.60 m.

4.4.3. Seguridad

El centro de datos cuenta con un control de acceso por tarjeta magnética, existe un solo perfil de ingreso de usuario, dicho acceso es concedido por la jefatura del PITEC. No se cuenta con restricción de horarios de acceso al sitio, las personas autorizadas pueden entrar a cualquier hora y por el tiempo que así se requiera. Las personas autorizadas para ingresar al sitio son siete funcionarios del PITEC y tres del POST; la jefatura del PITEC es la que brinda dicha autorización. No existe un procedimiento documentado para conceder estas autorizaciones.

Al centro de datos se realizan visitas de personas externas a la Institución, entre las cuales se encuentran los funcionarios del proveedor de servicios de telecomunicaciones, personal del proveedor de infraestructura tecnológica, técnicos que brindan mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades de aire acondicionado de precisión; no en todo momento de su visita estas personas ajenas cuentan con acompañamiento de funcionarios de la Institución, ni se les brinda una identificación como visitante para que la porten de forma visible durante la estancia.

No se tienen documentados los procedimientos del sistema de control de acceso al centro de datos, así como se carece de un programa de señalización de las áreas restringidas.

Para el control del registro de visitas al sitio se realiza mediante una aplicación informática ubicada en la entrada en una microcomputadora portátil, la cual registra la cédula del visitante, nombre completo, funcionario que lo atiende y motivo de la visita; además, al finalizar la visita se debe registrar el cierre en el software.

Se cuenta con un circuito cerrado de televisión que consta de seis domos: dos en el exterior del edificio, uno en la recepción, uno en el exterior del centro de datos y dos en el interior del centro de datos. La marca de las cámaras es AXIS con un grabador marca LENELL, el cual se encuentra ubicado en el centro de datos; el sistema no tiene mantenimiento preventivo por parte de alguna empresa externa a la Institución y los funcionarios que tiene acceso a las grabaciones y dar mantenimiento son del POST y dos del PITEC.

4.4.4. Protección contra incendios

Para la detección y control de incendios dentro del centro de datos, se cuenta con un sistema de supresión de incendios con agente limpio ECARO-25, el cual utiliza un agente supresor de incendios FE-25 que permite absorber la energía calórica a nivel molecular con una mayor rapidez de lo que tarda en generarse, por ello el incendio no tendrá forma de realimentarse evitando la propagación de este, así como la protección de los equipos tecnológicos y personas de algún daño ocasionado por el agente.

El sistema cuenta con tres sensores de detección y con un rociador en el cielo raso para la extinción del incendio como se observa en la Figura 14; con dos paneles de control para la configuración y manipulación en caso que se requiera la cual se visualiza en la Figura 15, dispositivos manuales para la activación del sistema como se muestra en la Figura 16 y, por último, el cilindro del agente limpio que se observa en la Figura 17.

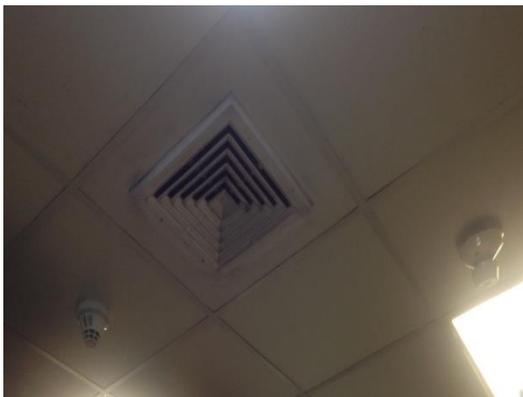


Figura 14. Sensores y rociadores.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Panel de control manual.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Panel de control emergencia.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Agente limpio ECARO-25.
Fuente: Elaboración propia.

El sistema fue instalado en el 2008 y no cuenta con un contrato de mantenimiento preventivo ni correctivo por parte de algún proveedor externo a la Institución y nunca ha sido accionado para mitigar un siniestro dentro del sitio.

Los materiales de las paredes y cielo raso dentro del centro de datos no son resistentes al fuego.

Se cuenta con un extintor al interior del sitio, el cual se encuentra ubicado en la entrada principal de forma visible y accesible, posee un rótulo que indica el tipo de fuego que puede ser extinguido así como la posición del extintor para su uso; la última fecha de recarga fue en mayo del 2006.

4.5. Infraestructura eléctrica

4.5.1. Sistema de transferencia eléctrica

Se cuenta con una transferencia automática de la fuente de energía diseñada en el sitio para brindar protección a los equipos tecnológicos y dar continuidad al servicio; es de tipo transición abierta, ya que cuando el fluido eléctrico del proveedor de servicios falla, se realiza la transferencia sin interrupción de la planta de energía eléctrica. Como se muestra en la Figura 18 se abre antes de cerrar, para ello hace uso un lapso muy corto del sistema de respaldo eléctrico.

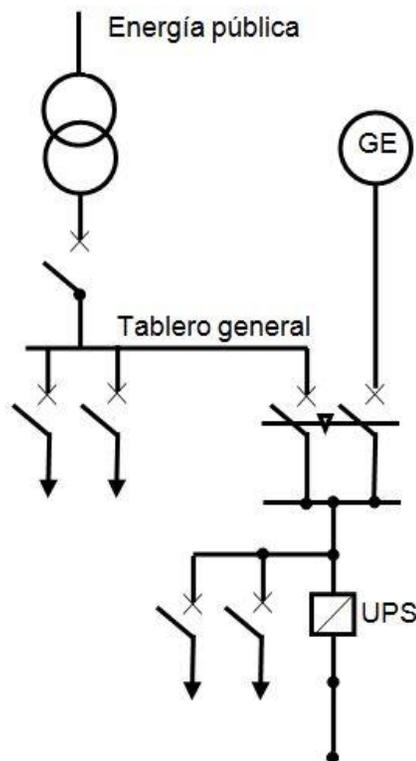


Figura 18. Diagrama de conexión de transferencia eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Generador de energía eléctrica

La planta de energía eléctrica se encuentra ubicada en un cuarto externo al edificio donde se encuentra el centro de datos, dicho cuarto mide 5 x 4 m (área 20 m²), es una unidad marca MOVASA modelo MP-82I con una capacidad de 82 Kw/ 100 KVAR y de operar por tanque lleno de combustible, capacidad del tanque 250 litros y da un tiempo de funcionamiento con el tanque lleno de 12 horas. La misma brinda el servicio de respaldo a las cuatro Unidades a saber Núcleo Eléctrico, Unidad de Salud, Núcleo Metal Mecánica y Núcleo de Mecánica de Vehículos, incluyendo el centro de datos. En la Figura 19 se observa cómo se encuentra configurada para que el control se realice de forma automática (por medio de transferencia) de la carga de la fuente de energía de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz; además, se tiene programado un arranque automático todos los lunes a las 8:00 a.m. durante 10 minutos. En estos momentos terminó el contrato que se había adquirido cuando se compró la planta; por lo tanto, se está iniciando el trámite para incorporarlo a contrato de mantenimiento por parte de Servicios Generales Institucional.

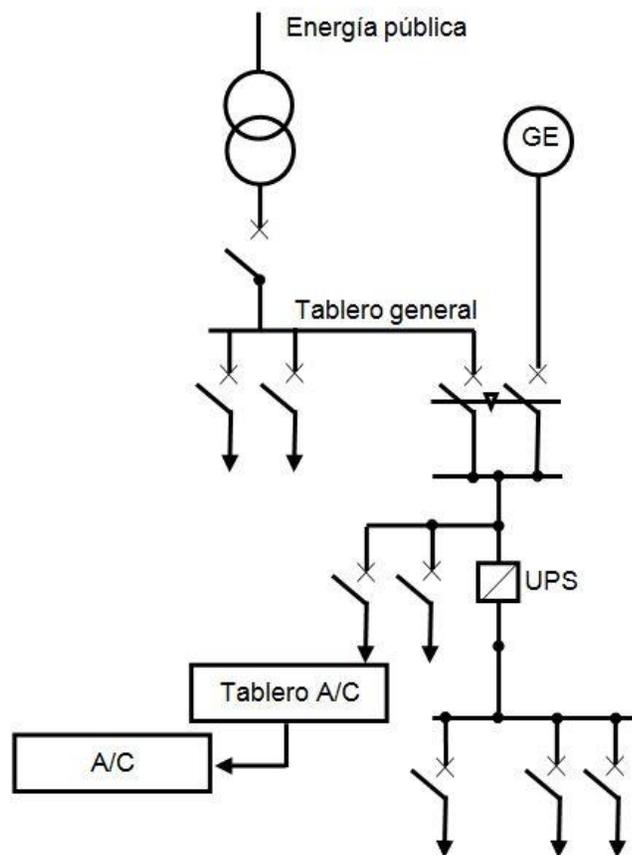


Figura 19. Diagrama de conexión del generador de energía eléctrica del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3. Sistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS)

El sistema ininterrumpido de energía eléctrica instalado es marca Powerware modelo 9315, con una capacidad de 50 KVA, se encuentra ubicado en un cuarto externo al edificio del centro de datos, este sistema es estático y solo está formado por un sistema de alimentación ininterrumpida, no cuenta con baterías de ácido selladas.

En la Figura 20 se muestra como este sistema cuenta con “bypass” dinámico y uno de mantenimiento, permite realizar el pase ininterrumpido del servicio eléctrico cuando falla el fluido eléctrico del proveedor de servicios mientras ingresa en funcionamiento la planta eléctrica, una vez que la planta eléctrica por alguna razón se queda sin combustible y se apaga, ingresa el sistema de respaldo eléctrico nuevamente a soportar la carga eléctrica, sin embargo es por un lapso muy breve de aproximadamente 10 minutos.

Actualmente no cuenta con mantenimiento preventivo al sistema, y el banco de baterías se encuentra con una vida útil baja. Cada uno de los tomacorrientes se encuentra debidamente rotulado para que el usuario lo identifique con facilidad, así como se hallan distintivos en sus respectivos tableros. No se cuenta con un sistema de unidad de distribución de energía de forma centralizada, sino que cada uno de los gabinetes cuenta con su propia PDU.

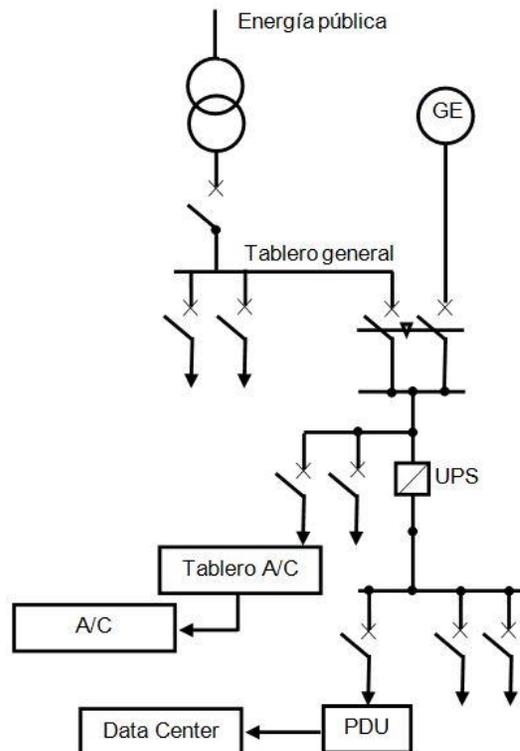


Figura 20. Diagrama de conexión de UPS del centro de datos del INA.
Fuente: Elaboración propia.

2.5.4. Conexión a tierra

No se cuenta con documentación de diseños eléctricos ni del sistema de tierras de la infraestructura del centro de datos, a pesar de que hace dos años aproximadamente se realizó un balance de cargas eléctricas en los tableros eléctricos del sitio.

Actualmente no se tiene un TMGB en el edificio donde se alberga el centro de datos; sí se cuenta es con la TGB como se observa en la Figura 21, instalada en el cuarto de servidores y es el punto central de las conexiones de tierra de los nueve gabinetes y resto de equipos dentro del cuarto de servidores y cuarto de telecomunicaciones. Todos los equipos que requieren aterrizado a tierra lo poseen, las conexiones a estos dispositivos y gabinetes se encuentran en buen estado.



Figura 21. TGB del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Iluminación

En la Figura 22 se muestran los paneles de vidrio instalados en la estructura del centro de datos, son polarizados ahumados por lo que evitan contar con iluminación natural durante el día.

En el área de los bastidores se encuentran seis lámparas tipo fluorescente medianas que se exponen en la Figura 23, a los dos lados y dos lámparas grandes tipo fluorescente en el centro; además, se encuentran instaladas dos lámparas grandes tipo fluorescente en el área telecomunicaciones, en ambas áreas el manejo de los niveles son con circuitos; para el control están de forma

separada y manual, solo existe un nivel de iluminación, por tanto o solo apagadas o solo encendidas todas las lámparas de cada uno de los aposentos. La iluminación es adecuada en el área de los bastidores y pasillos de éstos, no se observan reflejos en ningún dispositivo instalado, y la iluminación es uniforme en todo el sitio.



Figura 22. Paneles de vidrio del centro de datos del INA.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Lámparas tipo fluorescente del centro de datos del INA.
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5: Propuesta de reingeniería del centro de datos del INA

En el presente capítulo se desarrolla una propuesta de rediseño del modelo operativo físico - ambiental de los componentes de los sistemas arquitectónico, telecomunicaciones, eléctrico y mecánico; del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje.

Se hace necesario para ello abordar cada uno de los elementos de estos sistemas, basado en el análisis realizado en el capítulo anterior de la situación actual del centro de datos; con el fin de reforzar las fortalezas y subsanar las falencias detectadas.

La presente propuesta se basa tomando en cuenta la escalabilidad, disponibilidad y seguridad requeridas por la Institución en un lapso de 10 años.

En cada uno de los sistemas por reestructurar, se indican las normas y estándares que se deben seguir, aunado a esto es importante recalcar que en toda propuesta se deben tomar en cuenta las especificaciones técnicas propias de los diferentes Núcleos Institucionales involucrados.

Se desarrollan las propuestas de mejoras de acuerdo con las falencias detectadas y se definen especificaciones por ser tomadas en consideración para el proceso de contratación que permita lograr obtener como resultado una solución integral, modular, escalable, funcional, flexible y segura.

Propuesta en general

A continuación se resume los aspectos más relevantes de la propuesta desarrollada:

Estado actual	Propuesta
Sistema arquitectónico	
No se cuenta con piso falso.	Usar pintura epóxica.
Paredes con materiales inflamables y productores de polvo.	Nueva construcción de cemento / usar pintura epóxica.
Cielorraso con material inflamable.	Cambio por material no inflamable.
Ancho de pasillos menor a lo recomendado.	Mover las filas de gabinetes a 1 m. Plan de seguridad de informática.
No se cuenta con un sistema de control de acceso eficiente.	Mecanismos y procedimientos de control de acceso.
Sistema de telecomunicaciones	
No cumple el área mínima para el área de gabinetes.	Ampliar 15 m ² del área de oficinas de SI.
Existencia de cintas magnéticas.	Traslado al cuarto de respaldos.
Existencia de cajas de cartón.	Retiro.
Los gabinetes no se encuentran anclados.	Anclaje tanto al suelo como aéreo.
Desorganización de cables.	Ordenamiento mediante accesorios.
Gabinetes puertas abiertas.	Cierre con la llave respectiva.
Faltante de paneles ciegos.	Instalación de los accesorios.
Falta documentación de red.	Realizar documentación diagramas y tablas.

Estado actual	Propuesta
Sistema de telecomunicaciones	
No están identificados los elementos.	Identificación con un sistema de etiquetado.
Cableado sin uso.	Retirarlo.
Cableado categoría 6.	Reemplazo de cableado UTP.
Falta de certificación del cableado existente.	Certificación del cableado y la documentación del protocolo pruebas.
No cuenta con un mantenimiento preventivo.	Solicitar garantía 20 años y mantenimiento semestral.
No existe una política para actualización el cableado	Creación y aprobación de la política.
Sistema mecánico	
Dos unidades de aire de presión de 2 toneladas cada una en el área de gabinetes de servidores.	Instalación de 1 unidad de aire de presión de 2 toneladas adicional.
Inexistencia de aire acondicionado en el área de gabinetes de telecomunicaciones.	Instalación de 1 unidad de aire de precisión de 3 toneladas.
El CCTV no cuenta con mantenimiento preventivo.	Gestionar un contrato de mantenimiento trimestral.
El sistema detección y protección contra incendios no cuenta con un mantenimiento preventivo.	Gestionar un contrato de mantenimiento cuatrimestral
Sistema eléctrico	
El generador eléctrico actual no cuenta con mantenimiento preventivo y es compartido con otros edificios.	Instalación de un generador eléctrico adicional de 137 kw, con garantía de tres años y mantenimiento preventivo.
El sistema de energía ininterrumpida actual es de 50 KVA, con banco de baterías desgastado.	Instalación de un sistema de UPS de 71 kw modular.
El sistema de conexión a tierra no cuenta con la TMGB, no se cuentan con planos ni memorias de cálculo.	Instalación del sistema de conexión a tierra y del sistema de transferencia eléctrica.
General	
Procesos manuales. Falta de monitoreo. Deficiencia en la gestión.	Automatización y monitoreo del centro de datos a distancia: SCADA.

5.1. Sistema arquitectónico

Ubicación del centro de datos

El centro de datos se encuentra ubicado en la primera planta de un edificio de 3, cuenta un área de 35 m² con facilidad de acceso tanto vehicular como peatonal con calles privadas alrededor y parqueos para vehículos; se cuenta con un sistema de alcantarillado adecuado, el cual permite drenar las aguas sin que se haya generado algún tipo de siniestro por este motivo hasta el momento. No se encuentra cerca de empresas químicas; pero sí hay cerca dos vías de tránsito con un considerable flujo vehicular importante. No se cuenta con ruido excesivo causado por vehículos o algún equipo eléctrico cercano al área del centro de datos.

Piso

Se recomienda, utilizar pintura epóxica para reducir partículas de polvo y evitar algún tipo de filtración y humedad, en el piso de terrazo actual ver figura (24). Se hace necesario establecer un rol de limpieza del piso al menos una vez al mes para evitar acumulación de polvo y basura.



Figura 24. Piso del centro de datos del INA.

Fuente: Elaboración propia.

Paredes

Se hace necesario tener en consideración que en caso de alguna remodelación dichas paredes serán reemplazadas por cemento, o bien, material no inflamable que no cuente con ventanas.

Las paredes deben ser selladas y pintadas con pintura epóxica de color claro para contribuir a la iluminación del lugar y evitar la mayor cantidad de partículas de polvo suspendidas en el aire.

Cielo raso

Se recomienda aplicar pintura antiestática en toda el área de la losa de entrepiso ubicada entre el centro de datos y el segundo nivel del edificio, con el objetivo de evitar el desprendimiento de partículas de polvo de cemento que pueden ocasionar daños en los equipos electrónicos.

No se recomienda el uso del material fibrocemento para el cielo raso suspendido, debido a su alto nivel de generación de suciedad y polvo, además es un material combustible.

Por tanto; es necesario su reemplazo y que se cumpla con las siguientes condiciones como mínimo:

- Paneles de 0.60 x 0.60.
- Mínimo de espesor: 12 mm.
- Color blanco.
- Altura mínima: 2.60 m.
- Resistencia al fuego de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM (American Society for Testing and Materials) E84 clase A, la cual es una prueba ante incendio estándar de laboratorio para un solo material.
- Resistencia térmica: ½”.
- Máximo de propagación de llama: 20.
- Máximo de generación de humo: 5.

Organizacional

Se debe ubicar un basurero de metal a lo interno del centro de datos para recolectar la basura producida al interior del mismo.

Sistema de seguridad del centro de datos

Actualmente se cuenta con equipo y procedimientos para brindar seguridad a lo interno del centro de datos, no obstante, a continuación se detallan recomendaciones generales necesarias para el resguardo de la información y activos en el centro de datos:

Elaborar un plan de seguridad informática interna del centro de datos:

El objetivo de una política de seguridad informática es el establecimiento de un conjunto de reglas que permitan contar con una guía para la implantación y cumplimiento de las medidas de seguridad que garanticen la protección de la información, personal y activos físicos del centro de datos. Tomando en consideración estándares y normas de la TIA 942, estándares de la familia ISO 27000 (serie de estándares publicados por la Organización Internacional para la Estandarización y la Comisión Electrotécnica Internacional que contiene las normas para la Seguridad de la Información) y normas internas de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación del Instituto Nacional de Aprendizaje.

1. Seguridad de activos: se debe garantizar la custodia y protección de cada uno de los activos dentro del centro de datos, ante amenazas naturales, humanas o lógicas que puedan comprometer la integridad y la seguridad del recurso humano, información y software.
 - 1.1. Inventario de activos: elaborar y mantener actualizado el inventario de los activos; tales como, recursos de información, recursos de software y activos físicos dentro del centro de datos.

- 1.2. Clasificación y controles para el acceso de la información: definir la clasificación de la información según las políticas internas de la organización, además esta debe ser documentada, aprobada y difundida en el personal correspondiente. Definir y documentar los controles que se aplican a cada una de estas clasificaciones de la información, como lo es la concesión de permisos por parte del propietario de la información; la información solo debe ser manipulada por el propietario, implantación de mecanismos de encriptación, entre otros. Y la información no digital debe ser almacenada fuera del centro de datos, en un lugar adecuado con acceso solo a usuarios autorizados, destruir documentos de acuerdo con la norma interna institucional.
2. Seguridad de las personas funcionarias: evitar los accesos no autorizados, violaciones, daños, pérdidas de la información o equipos causados por personas funcionarias, ya sea de forma intencional o por falta de capacitación.
 - 2.1. Seguridad en la definición de puestos y funciones de trabajo: se debe definir con claridad y documentar los puestos y funciones de cada uno de las personas funcionarias de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación Institucional que estén relacionadas con el centro de datos.
 - 2.2. Capacitación de las personas funcionarias: en caso de ingreso de una nueva persona funcionaria y con alguna función relacionada con el centro de datos debe ser capacitada y asesorada por parte del personal de Seguridad de TI Institucional, sobre el plan de seguridad informática interna del centro de datos. Además, es responsabilidad del personal de Seguridad TI: la continua concienciación y publicación del plan mediante reuniones, correos electrónicos, publicaciones en medios digitales internos, afiches, entre otros.
 - 2.3. Incidentes de seguridad: se deben definir los procedimientos en caso de un incidente de seguridad por causa humana, desastres naturales o lógicos y alineados al Plan de Continuidad de TIC Institucional.
 - 2.4. Registro de fallas: se debe llevar a detalle un registro en una bitácora de todas las fallas ocurridas en el funcionamiento del centro de datos, las cuales deben ser revisadas y dar el seguimiento correspondiente hasta que se cierre a satisfacción el reporte de la falla.
 - 2.5. Seguridad de los medios digitales: Definir los medios digitales autorizados a ser usados en el centro de datos, así como las personas funcionarias de su uso y resguardo. Establecer y documentar el estándar para el etiquetado de los medios de almacenamiento. Definir el procedimiento y responsables de la destrucción de medios digitales obsoletos o dañados. Especificar la periodicidad y responsables de los respaldos realizado en los medios de almacenamiento digitales. No almacenar ni mantener por periodos breves ningún medio de almacenamiento digital dentro del centro de datos que no se esté utilizando en algún equipo. Mantener actualizado el inventario de los medios de almacenamiento digitales.
3. Seguridad física de las instalaciones del centro de datos: Identificar y establecer los parámetros por ser tomados en cuenta en cuanto a la seguridad física principalmente en los acceso, sistemas que dan soporte al equipo de cómputo que alberga el centro de datos; con el objetivo de brindar las

condiciones óptimas de operación y evitar cualquier daño o vulnerabilidad que afecte la continuidad del servicio.

- 3.1. Control de acceso a las instalaciones: toda autorización de visitas y definición de derechos y funciones de las personas funcionarias autorizadas a ingresar al centro de datos es dictado por la Jefatura del Proceso de Infraestructura Tecnológica (PITEC). El ingreso al centro de datos es únicamente de las personas funcionarias autorizadas. Los accesos por parte de proveedores, personal de limpieza y visitas deben estar debidamente autorizados, así como el acompañamiento en todo momento por parte de una persona funcionaria autorizada. Mantener un registro de las visitas al centro de datos, así como la identificación visible mediante un carnet, placa o distintivo seleccionado por parte de las personas visitantes. El retiro de cualquier equipo de cómputo del centro de datos debe ser mediante un documento emitido por la Jefatura del PITEC. No se debe permitir el ingreso de ningún medio de almacenamiento por parte de visitantes o personas funcionarias que no cuenten con la autorización para portar dichos dispositivos.
- 3.2. Control de sistemas eléctrico, sistema monitoreo ambiental, control y detección de incendios: Elaborar una bitácora que permita llevar a detalle el control del funcionamiento y mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas eléctrico, monitoreo ambiental y detección de incendios a lo interno del centro de datos, con el fin de registrar fallas y mantenimientos a estos sistemas, así como el seguimiento a amenazas que puedan surgir en la operación de estos.
4. Procedimientos operacionales: Definir y documentar cada uno de los procedimientos operativos que son realizados por las personas funcionarias autorizadas al ingreso del centro de datos así como de las personas visitantes. Dichos procedimientos deben ser aprobados por la Jefatura de la Unidad de Informática y Telemática (USIT) y contemplar el tiempo de inicio, de duración, de finalización, tareas propias del procedimiento, acciones en caso de falla, personas funcionarias por contactar para la solución de problemas en caso de fallas.
 - 4.1. Procedimientos operativos documentados para personas funcionarias: se deben documentar todos los procedimientos, cambios y seguimiento de operación por parte de las personas funcionarias con autorización de ingreso al centro de datos, entre los cuales se encuentran; procedimientos mantenimiento de servidores, equipo de telecomunicación, procedimientos de encendido y apagado de equipo de cómputo, procedimientos de mantenimiento de bases de datos, procedimientos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, procedimientos de respaldos de información, procedimientos de mantenimientos de equipos, entre otros.
 - 4.2. Procedimientos operativos documentados para terceros: documentar todos los procedimientos relacionados con personas visitantes al centro de datos, estudiantes practicantes, proveedor de los servicios de enlaces de datos, proveedor de mantenimiento del sistema de aire acondicionado de precisión, proveedor de equipos de cómputo, proveedores del sistema eléctrico, entre otros.

- 4.3. Control de cambios operacionales: Registrar todo cambio que se realice en los procedimientos descritos anteriormente, deben ser aprobados por la Jefatura de la USIT.
5. Control de acceso a los datos: la información es el activo más importante de una organización, por tanto se debe proteger ante accesos no autorizados, que puedan provocar pérdida, inconsistencias o divulgaciones no permitidas.
 - 5.1. Identificación de las personas funcionarias: cada persona funcionaria con autorización al centro de datos, debe contar con la tarjeta de identificación del sistema de control de acceso al sitio. Establecer un procedimiento para asignación de los derechos y restricciones de horario de ingreso, así como la definición de procesos por seguir cuando a una persona funcionaria se le retiran los derechos de ingreso al centro de datos.
 - 5.2. Control de producción y prueba: Debe existir un ambiente de prueba tanto para hardware como para software separado totalmente del ambiente de producción, para evitar errores o pérdidas del servicio por causa de errores que pudieron ser detectados y corregidos en el ambiente de pruebas.
 - 5.3. Deberes y responsabilidades de las personas funcionarias: es responsabilidad de la Jefatura de la USIT el establecimiento de los deberes y responsabilidades de las personas funcionarias con acceso al centro de datos y de estas el cumplimiento a cabalidad que permita mantener un ambiente seguro y confiable apegado a los lineamientos establecidos.
 - 5.4. Seguridad de los servidores: todo mantenimiento preventivo o correctivo que se realice sobre un servidor debe responder a un análisis previo del procedimiento por realizar y de los posibles riesgos en que se pueda incurrir en el transcurso de la acción.
 - 5.5. Definición de horarios: establecer los horarios de acceso al centro de datos, así como los tiempos máximos de permanencia dentro del sitio, esto para cada uno de los roles establecidos para las personas funcionarias.
6. Restricciones y sanciones: listar las restricciones y sanciones a las personas funcionarias con acceso al centro de datos. Entre las restricciones por ser tomadas en cuenta se encuentran, introducir alimentos, bebidas y fumar, introducir cualquier equipo ajeno a la Institución, modificar o alterar sin autorización cualquier configuración tanto de hardware como de software, desembalaje de equipos a lo interno del centro de datos, ingresar con medios de almacenamiento no autorizados, entre otras. Y lo correspondiente a las sanciones deben ser definidas según los reglamentos internos institucionales de Recursos Humanos y Reglamento del Uso de Tecnologías y Comunicación.

Mecanismos y procedimientos de control de acceso al centro de datos:

Se hace necesario establecer los mecanismos y procedimientos institucionales para el control de acceso al centro de datos, con el fin de garantizar el resguardo adecuado de los activos dentro del sitio y evitar cualquier vulnerabilidad que pueda ocasionar una interrupción de los servicios brindados por el centro de datos a la Institución.

1. Control de acceso al edificio: el visitante accede a la primera planta de un edificio de tres niveles mediante la recepción, lugar en el cual se anuncia con la persona funcionaria recepcionista, la cual se comunica vía telefónica con la

persona responsable de atenderlo. Al presentarse éste al área de recepción solicita al visitante una identificación, la cual permanecerá en custodia en la recepción mientras su permanencia en el sitio y se le entrega un gafete que lo identifica como visitante; además, se registra en una aplicación que lleva el control de visitas.

En horario hábil de la Institución, de lunes a jueves de 07:00 a 15:30 y viernes de 07:00 a 15:00 el visitante puede hacer ingreso en la entrada principal del Campus, pero en caso de fuera de horario debe presentar ante los oficiales de seguridad el formulario de calidad institucional correspondiente al acceso de ingreso a instalaciones en horas no hábiles, que retiró con anterioridad en el PITEC y coordinar con la persona funcionaria que lo atenderá.

2. Control de acceso al centro de datos: para el acceso al centro de datos por parte de visitantes es igual que se describe en el punto anterior de acceso al edificio. A continuación se describen otros procedimientos y control de acceso de las personas funcionarias.

- 2.1. Identificación de personas funcionarias al centro de datos: las personas funcionarias autorizadas a ingresar al centro de datos son: Jefatura de GTIC, Jefatura de la USIT, Jefatura y colaboradores del POST, Jefatura y colaboradores del PITEC y la Jefatura del PSI.

Estas personas funcionarias cuentan con una tarjeta magnética para el acceso físico al centro de datos y cualquier otra que requiera realizar el ingreso al sitio, debe solicitar el acceso a la Jefatura del PITEC el cual brinda la autorización correspondiente e indica la persona funcionaria autorizada que lo acompañará durante toda la visita. Tanto personal autorizado como otras personas funcionarias de la Institución deben portar visiblemente el carnet institucional mientras su permanencia tanto en el centro de datos como en el edificio.

Las visitas realizadas por parte de personas funcionarias y visitantes deben quedar registradas en la bitácora de visita del centro de datos, en la cual se anota fecha, hora ingreso, hora salida, nombre de la persona visitante, nombre de la persona funcionaria que acompaña la visita y descripción de los procedimientos realizados en la visita.

El ingreso en horas no laborales por parte de personas funcionarias autorizadas debe ser permitido por la Jefatura del PITEC; de igual forma debe quedar registrado en la bitácoras del centro de datos su acceso al sitio.

Para la salida del centro de datos se debe activar un botón manualmente que se encuentra instalado a lo interior del sitio. Y en caso de visitas externas, deben registrarse en la bitácora de visitas, entregar el gafete de vista y retirar el documento de identificación dejado al inicio de su estancia. En caso de no constarse la veracidad o ausencia de la documentación entregada para el ingreso al centro de datos, el acceso no es permitido.

- 2.2. Sistema de tarjetas magnéticas para el acceso al centro de datos: únicamente las personas funcionarias autorizadas al acceso al centro de datos cuentan con la tarjeta magnética, este sistema de control permite crear roles de acceso en cuanto a horarios, así como la generación de reportes de todos los accesos registrados al lugar. Estos deben ser

impresos semanalmente y archivados en las bitácoras del centro de datos ubicados en la oficina del PITEC.

- 2.3. Circuito cerrado de televisión dentro del edificio y centro de datos: el CCTV consta de seis domos; dos en el exterior del edificio, una en la recepción, una en el exterior del centro de datos y dos en el interior del centro de datos. Se realizan los respaldos diarios del sistema, es registrado en las bitácoras de respaldos.

Automatización y monitoreo del centro de datos:

Actualmente solo se encuentra instalado en el centro de datos con un sistema de monitoreo ambiental, lo cual permite mantener en constante vigilancia la temperatura y humedad a lo interno del sitio. Dicho sistema permite contar con una herramienta de control eficiente, lo cual permite generar reportes de estados, de alarmas de acuerdo con parámetros establecidos, almacenado de información que permita contar con un historial de incidentes y condiciones propias del lugar; facilita la tarea de atender con pronta atención ante un evento determinado o la falla de alguna de las unidades de aire acondicionado de precisión instaladas. El PITEC es el encargado de configurar el sistema, atender las alarmas y generar los reportes correspondientes que son almacenados en las bitácoras del centro de datos. Se recomienda implantar las medidas necesarias para la gestión de un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, pues actualmente no se cuenta con uno.

Debido a que actualmente no hay un sistema de automatización y monitoreo completo, se recomienda el estudio de factibilidad para la adquisición de un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) para el control y supervisión a distancia de la infraestructura del centro de datos; con el objetivo de brindar un adecuado mantenimiento preventivo por parte de las personas funcionarias responsables que reduzca los riesgos ante las vulnerabilidades existentes.

A continuación se identifican las principales acciones por ser tomadas en consideración:

1. Responsable: personal del PITEC.
2. Componentes por integrar en el sistema:
 - a. Sistema de respaldo eléctrico.
 - b. Sistema de alarma de detección y control de incendios.
 - c. Monitoreo ambiental (temperatura y humedad) existente.
 - d. Sistema de alarma contra intrusos.
 - e. Sistema de iluminación.
 - f. Contactos magnéticos de puertas al centro de datos y gabinetes de servidores.
3. Interfaces: software propietario de la solución, página web, correo electrónico o SMS, los cuales permitan aplicar configuraciones, generar reportes y recibir alertas.

Definir y documentar todos los procedimientos del sistema de acceso al centro de datos, con el objetivo de definir las concesiones de derechos de acceso, definición de restricciones, responsabilidades, sanciones, áreas, horarios entre otros.

Debido a que se realizan visitas al centro de datos de personas ajenas a la Institución, se recomienda un sistema de identificación de dichos visitantes, de forma que además de su registro que sí existe, se pueda brindar una tarjeta visible que indique que es un visitante, de forma que pueda ser reconocido fácilmente en todo momento de su visita al sitio.

Es necesario dictar y cumplir una directriz de que los visitantes deben ser acompañados en todo momento de su estadía de una persona funcionaria de la Institución autorizada de ingreso al centro de datos.

El sistema de circuito cerrado de televisión instalado permite registrar de forma eficiente las áreas dentro y fuera del centro de datos; sin embargo, se hace necesario definir y documentar todos los procedimientos para el uso de este sistema, como personas funcionarias con acceso a este, control de grabaciones, mantenimientos, entre otros.

Además, se sugiere gestionar un mantenimiento preventivo y correctivo del CCTV cada tres meses, así como el sistema de alarma, por parte una empresa externa a la Institución, ya que no se cuenta con el recurso humano a lo interno de la Organización para realizar esta actividad.

Debido a la carencia de un sistema de señalización de las áreas restringidas, se debe implantar con el objetivo de guiar a las personas funcionarias como visitantes al sitio.

En cuanto a la seguridad de la información, el procedimiento utilizado de etiquetado, custodia, almacenado, destrucción de los medios magnéticos; se llevan a cabo de forma adecuada. Sin embargo; es necesario documentar estos procedimientos.

5.2. Sistema telecomunicaciones

Partículas suspendidas en el aire

Se debe prohibir el almacenaje de cajas de cartón, manuales, sillas acolchonadas de tela en mal estado y el desembalaje en el interior del centro de datos.

No se recomienda utilizar el centro de datos para almacenaje permanente ni de forma temporal, por cuanto se hace necesario retirar del lugar las cajas de cartón, manuales, bolsas plásticas, cables, cintas de respaldo, sillas, bancos de madera, dispositivos en mal estado, entre otros.

Retirar del centro de datos las mesas en las cuales se encuentran dispositivos, de tal forma que dichos dispositivos que estén en uso deben ser trasladados a los respectivos gabinetes y los que no sacarlos del lugar.

Anclaje de gabinetes

Es necesario un sistema de fijación de siete gabinetes de servidores, dos gabinetes con las unidades de aire de precisión, y tres gabinetes de telecomunicaciones, mediante tornillos de rosca sujetos directamente al piso de forma permanente como se observa en la Figura 25 y preferiblemente además realizar el anclaje al cielo raso, lo cual permitirá evitar cualquier accidente en caso de sismo o acción que ocasione la caída o movimientos de estos equipos tal como se observa en la Figura 26.



Figura 25. Kit anclaje al piso para gabinete.

Fuente: [18]



Figura 26. Kit anclaje al cielo raso para gabinete.

Fuente: [16]

Pasillos fríos y calientes

Con el fin de facilitar una mejor circulación del calor dentro del área gabinetes de servidores, se hace necesaria la formación de pasillos fríos y pasillos calientes que permita el enfriamiento adecuado según las especificaciones de los equipos. Es por ello que la ubicación en dos hileras de los nueve gabinetes de forma continua hace que se formen un pasillo frío en el centro de las dos hileras y dos pasillos calientes detrás de las dos hileras, de manera favorable como se observa en la Figura 27; sin embargo, para que se cumpla totalmente con las especificaciones de la norma ANSI/TIA en cuanto al ancho de los pasillos es necesario mover los gabinetes hacia el centro para reducir el ancho del pasillo frío a 1.2 m y de esta forma el ancho de los pasillo calientes aumenten a 1 m.

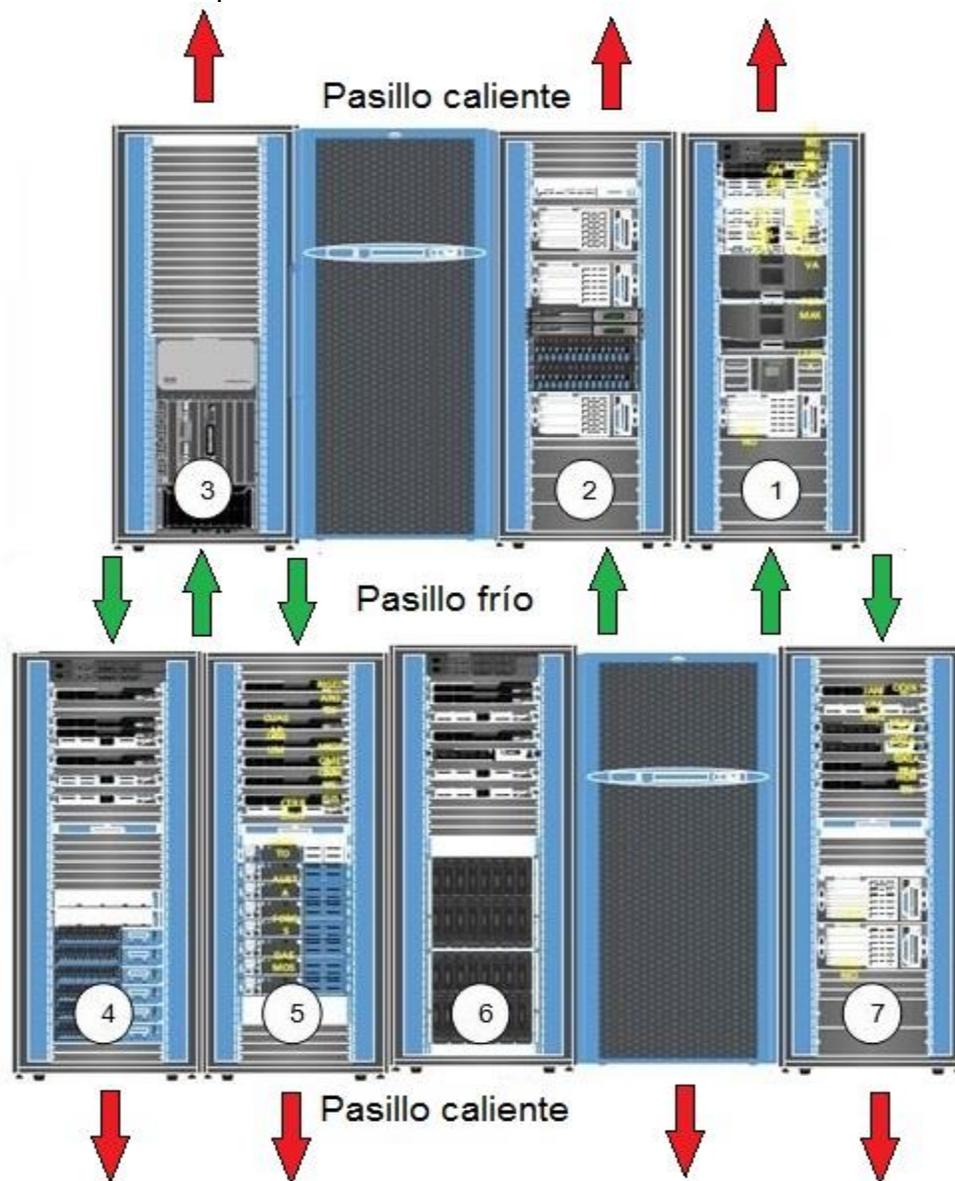


Figura 27. Pasillos frío y calientes del centro de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Gabinetes

La ubicación de los nueve gabinetes de servidores es óptima, ya que se encuentran distribuidos en cantidad de equipos casi iguales, no existe espacio entre ellos, las dimensiones de los gabinetes son apropiadas, así como su ubicación de una hilera frente a la otra. Los tres gabinetes de telecomunicaciones se encuentran en un área de 10 m².

El área actual destinada para el cuarto de servidores es de 25 m², según el International Computer Room Experts Association (ICREA); estaría incumpliendo con el área mínima ya que según esta norma se requieren 3.71 m² por cada gabinete, en total sería un mínimo de 33.39 m².

Para cumplir con el área mínima y tomando en cuenta un crecimiento de dos gabinetes más, se recomienda ampliar esta área en 15 m² pertenecientes a las oficinas del Proceso de Sistemas de Información, así tener un área total de 40 m².

El acceso de los cables de la red de datos como la red eléctrica a cada uno de los gabinetes de servidores, en ambas hileras instaladas se realiza por la parte superior; viaja por dos canastas separadas de forma organizada. Sin embargo; se hace necesaria la instalación de accesorios para organizar e identificar cada uno de los cables que bajan de las canastas hasta los gabinetes, debido a que se encuentran muy desorganizados y no se identifica de forma adecuada como se observa en la Figura 28, así como el obstaculizado de la evacuación del aire caliente.

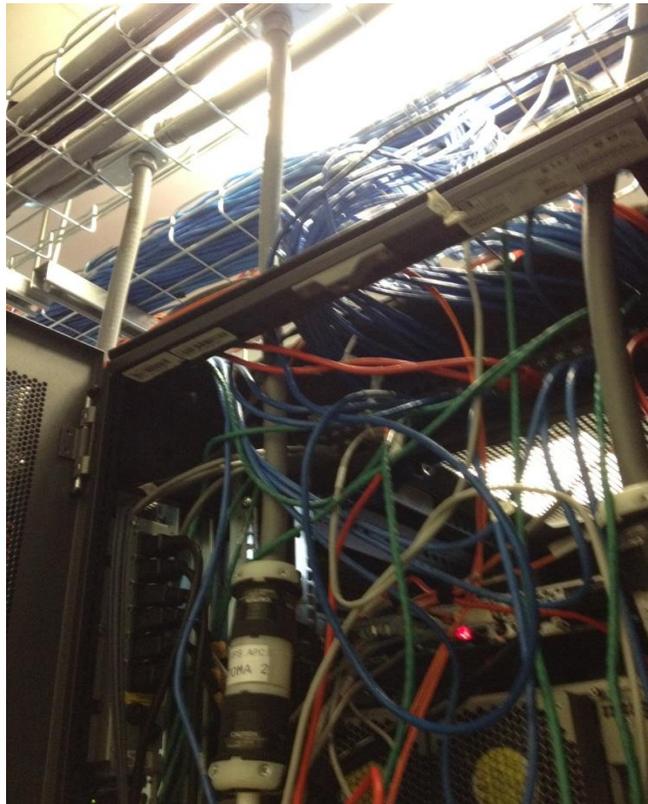


Figura 28. Desorganización de cables por detrás de los gabinetes.

Fuente: Elaboración propia.

En el interior de los gabinetes de servidores se deben instalar accesorios para organizar cables como se observa en la Figura 29, que faciliten el manejo del cableado dentro de estos.



Figura 29. Accesorios para organizar cableado.

Fuente: [18]

Se recomienda mantener cerrados los gabinetes de servidores en su parte trasera con el objetivo de garantizar la expulsión uniforme del aire caliente hacia el pasillo caliente y evitar la mezcla con el pasillo frío.

En los gabinetes de servidores número seis y siete se deben instalar paneles ciegos en los espacios libres con el fin de evitar que el aire caliente se devuelva hacia el frente del gabinete y se mezcle con el aire del pasillo frío.

Debido al poco y estrecho espacio de los gabinetes, se debe tener sumo cuidado con los disyuntores de las regletas pequeños y poco seguros, instalados a lo interno de cada gabinete, ya que se aumenta la probabilidad de supresión de la carga eléctrica ocasionando una interrupción en la continuidad de los equipos.

En tres gabinetes de telecomunicaciones, se recomienda organizar el cableado eléctrico y de red, debido a que existe mucho desorden, no se cuenta con etiquetado y hay cables que no están conectados, los cuales deben ser removidos.

Cableado estructurado

En caso de requerir instalación de cableado se recomienda que se utilicen solo los gabinetes de telecomunicaciones 2 y 3, de forma que se pueda concentrar en estos dos gabinetes todo lo referente a crecimiento a futuro en cableado y sean los que cuentan con espacio disponible.

Organizar la canalización de los cables de red y eléctricos en los tres gabinetes de telecomunicaciones.

Organizar el cableado de red a lo interno de los siete gabinetes de servidores, desde el ingreso de la canasta portacables del cielo raso hasta el último equipo en la parte inferior con el fin de tener una fluidez del aire caliente hacia la parte posterior así como facilidad para el mantenimiento y futuras instalaciones.

Independientemente que se realice una contratación para la instalación de nuevo cableado estructurado se debe documentar mediante diagramas y tablas todo el sistema de telecomunicaciones del centro de datos existente actualmente.

Identificar con algún sistema de etiquetado los siete gabinetes de servidores, dos de aire acondicionado de precisión, tres gabinetes de telecomunicaciones, los patch panel, "patch cord" tanto de fibra como UTP y bandejas de fibra óptica.

Retirar cableado que no esté en uso en los gabinetes de telecomunicaciones y gabinetes de servidores.

Reemplazar el cableado UTP categorías 6 (48 salidas de red existentes más un 40% de crecimiento) y fibra óptica existente en el cableado horizontal por cableado nueva con una categoría actualizada en el mercado la cual responda a las normas TIA e ISO (Organización Internacional para la Normalización).

Se debe realizar una distribución adecuada del sistema de cableado estructurado y su correspondiente canalización, prever rutas que soporten al menos un 30% de capacidad para crecimiento en un futuro.

Todas las salidas de red de datos han de ser probadas y certificadas para la categoría instalada, así como la documentación del protocolo de pruebas correspondientes.

Se debe prever todo lo necesario a energía eléctrica para la instalación requerida.

Las especificaciones técnicas referentes a la descripción de la red, cableado, conectores, "patch panel", organizadores, "rack", "patch cord", bandeja de fibra, etc.; son definidas por el PITEC.

Solicitar la documentación, diagramas y tablas de todo el sistema de telecomunicaciones del centro de datos instalado.

El equipo debe ser amigable con el medio ambiente, los componentes deben ser de fácil separación de piezas y materiales y el 90% de los plásticos y metales debe ser reciclable.

La garantía del sistema de cableado estructura debe ser por un periodo de veinte años.

El mantenimiento preventivo semestral será durante veinte años de servicio.

Debido a que actualmente no se cuenta con una política para mantener actualizado el cableado horizontal y vertical a lo interno del centro de datos y no contar con un plan de mantenimiento preventivo que permita mitigar riesgos en equipo activo y pasivo de red, se recomienda su desarrollo e implantación lo más pronto posible, tomando en cuenta los siguientes elementos:

1. Política del sistema de telecomunicaciones del centro de datos: La Unidad de Informática y Telemática dispone de procedimientos para la administración, mantenimiento, desarrollo, operación y análisis de desempeño de la red de datos de transmisión de información del centro de datos; que dan soporte a los procesos de toda la Institución para la prestación de los Servicios de Capacitación y Formación Profesional.
2. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de comunicación: la Unidad de Informática y Telemática elabora un plan de trabajo para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de comunicación del centro de datos, con el fin de prolongar la vida útil de estos y minimizar los riesgos que puedan afectar la disponibilidad del sitio.
 - 2.1. Responsables: jefatura de la USIT y jefatura del POST.
 - 2.2. Actividades a realizar:
 - 2.2.1. Adquirir o revisar materiales necesarios: revisión de los equipos necesarios y accesorios para el mantenimiento como compresoras, juego de herramientas, mascarilla, material de limpieza, medidores, entre otros. Así como realizar las gestiones correspondientes para la adquisición de los implementos faltantes.
 - 2.2.2. Elaborar y comunicar el cronograma de ejecución: el cronograma es elaborado por la Jefatura del PITEC, semestralmente y comunicado vía correo electrónico con al menos quince días de antelación a todas las personas funcionarias involucradas en el proceso. Debe contener la actividad, fecha inicial, fecha final y responsable.
 - 2.2.3. Verificar la vigencia de las garantías: antes de proceder con el mantenimiento respectivo, se debe verificar la garantía del equipo con el fin de brindar las acciones propias de mantenimiento sobre los equipos que no se encuentran en garantía; y en el caso de aquellos con garantía por parte del proveedor, se debe coordinar la visita según el contrato establecido.
 - 2.2.4. Realizar el mantenimiento: revisión del estado del cableado de cobre. Revisión de los conectores y tomas de datos. Revisión de los gabinetes de comunicaciones y etiquetado. Revisión de los armarios eléctricos. Revisión de la toma eléctrica de los gabinetes de comunicaciones. Etiquetado e identificación de las instalaciones.
 - 2.2.5. Elaborar el informe de mantenimiento: registrar las tareas realizadas con el fin de contar con un histórico del funcionamiento del equipo, y contar con los insumos de información sobre fallas detectadas, mantenimiento realizado, cambio de repuesto, recomendaciones realizadas, entre otros.

- 2.2.6. Actualizar el inventario y documentación: registrar en el inventario cualquier cambio, ingreso de nuevo equipo, exclusión de equipo, etc. Así como registrar información de fecha de ingreso, descripción, modelo, serie, número de activo, ubicación, garantía, persona funcionaria responsable, entre otros. Actualizar la documentación correspondiente de diagramas de conexión lógico y físico.
- 2.3. Recurso humano: el personal del PITEC responsable del mantenimiento, son la Jefatura, un administrador de red y una personas de soporte técnico.
- 2.4. Seguimiento y monitoreo: revisar el cumplimiento de las actividades establecidas en el cronograma de ejecución del mantenimiento, y dar seguimiento a las recomendaciones y problemas surgidos en la ejecución de las actividades. Control del trabajo realizado. Control del cumplimiento de las revisiones del mantenimiento preventivo.

Almacenamiento de medios de magnéticos

Se recomienda retirar del área servidores y algunos medios magnéticos que se encuentran sin ninguna protección, para almacenarlos en la bodega con el resto de medios magnéticos.

5.3. Sistema mecánico

Aire acondicionado

Las unidades de aire acondicionado de precisión instaladas en el centro de datos permiten mantener de forma adecuada el control de la humedad y temperatura en el área de servidores.

Sin embargo; no se cuenta con un sistema de respaldo ya que en caso de falla de una de las unidades de precisión, la otra unidad en funcionamiento no tiene la capacidad de brindar las condiciones óptimas para la carga térmica del centro de datos.

Por tanto, se recomienda la instalación de una unidad con las mismas características de las instaladas actualmente, que permita ingresar en funcionamiento en caso del fallo de una, o bien, de las dos unidades de aire acondicionado de precisión instaladas actualmente.

En el área de gabinetes de telecomunicaciones no se mantiene un control de humedad y temperatura adecuadas, ya que la temperatura promedio en dicha área es superior a los 25° lo cual no es recomendable para el funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los equipos.

Por tanto, se recomienda para el área de gabinetes de telecomunicaciones se instale una unidad de aire acondicionado de precisión. Para el cálculo de la capacidad de este sistema es necesario el cálculo de la energía térmica producida en el centro de datos; para lo cual, como se detalla en la Tabla 5, se requiere la sumatoria de: total de la suma de las entradas de alimentación de todos los equipos de TI en Watts, más la cantidad de potencia nominal del sistema de alimentación en Watts, más la superficie del suelo en metros cuadrados, más el

número de personas en el centro de datos. En este cálculo no se toman en cuenta otras fuentes de calor como luz del sol que ingresa por ventanas, ya que el centro de datos no tiene ventanas que den al exterior. Da como resultado una sumatoria total de 8927,4 Watts de energía térmica producida al interior del centro de datos, para lo cual se requiere de un sistema de aire acondicionado de precisión de al menos 2,5 toneladas. Dicha unidad, según lo establece la norma ANSI/TIA-924-2005 para crear un flujo de aire correctamente formando un pasillo frío y uno caliente, debe ser instalada de frente como se indica en la Figura 30, a los tres gabinetes de equipos de telecomunicaciones; de tal manera que los equipos de TI tomen aire frío de frente proveniente de la unidad de aire acondicionado y expulsen el aire caliente por la parte de atrás.

Tabla 5:

Cálculo de la carga térmica para el área de telecomunicaciones.

Variable	Subtotal	
Total equipos TI	8070	Cantidad total de Watts de todos los equipos de TI en el área de telecomunicaciones.
Distribución de energía	242,1	0,01 por capacidad total + 0,02 por carga total de equipo de TI
Iluminación	215,3	21,53 x metro cuadrado
Personal	400	100 x máximo de personal
TOTAL	8927,4	Watts
	8,9	Kw disipados
	2,5	Toneladas

Nota. Fuente: Elaboración propia.

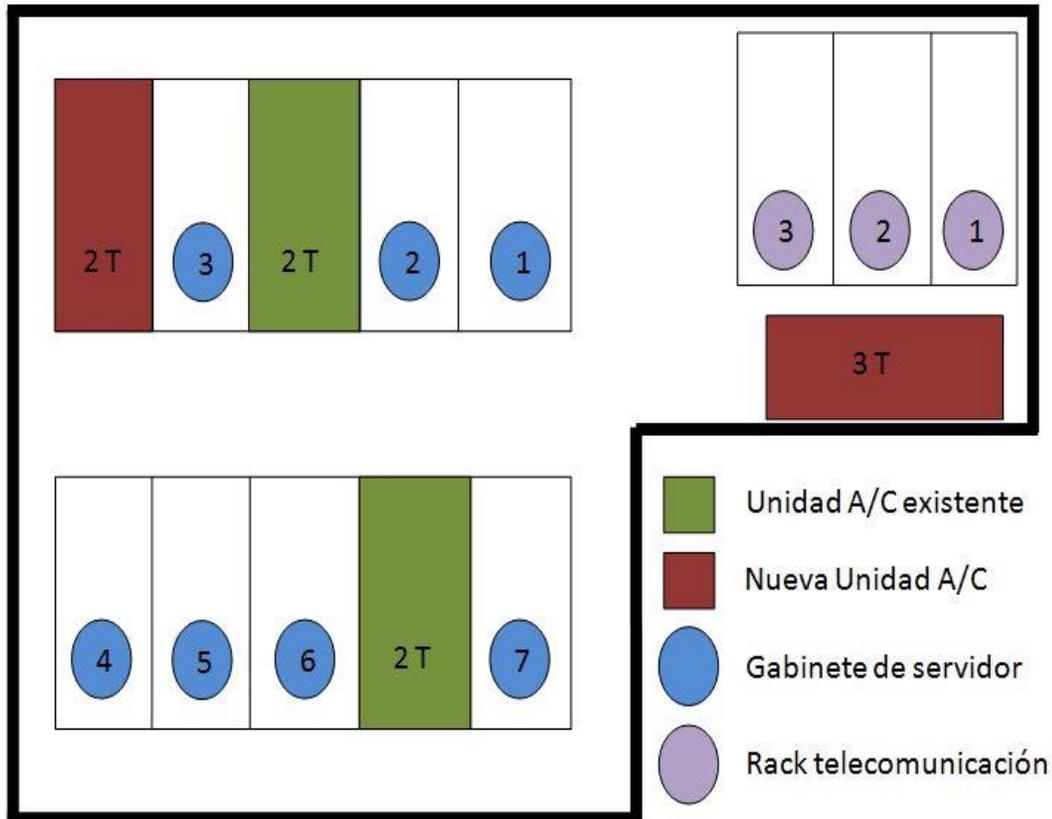


Figura 30. Esquema de aire acondicionado de precisión propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Se hace necesario además, la instalación de un dispositivo de sellado de ranuras en la puerta principal, con el objetivo de evitar la filtración del sistema del aire acondicionado a lo interno del centro de datos, así como la filtración de partículas de polvo y basura provenientes del exterior del recinto.

Para finalizar se detallan especificaciones técnicas generales para ser incluidas en el proceso de contratación del sistema:

- La toma de aire es de retorno posterior.
- El esquema por implantar debe ser de alta disponibilidad N+1.
- La alineación es de acuerdo con los pasillos fríos y calientes.
- Debe contar con conexión TCP IP y su respectiva configuración, con el objetivo de monitoreo de la temperatura.
- Las normas a tomar en cuenta son las internacionales, TIA 942, estándares ISO 9001, ISO 14001 y marcado CE o UL (empresas líderes en pruebas, inspección, certificación, auditoría y validación).
- El equipo ha de ser capaz de regularse para el manejo de la variación de cartas térmicas.
- El equipo debe contar con tecnología que permita el ahorro de energía eléctrica.
- El equipo debe realizar la succión del aire caliente por la parte posterior de la unidad.

- Debe utilizar refrigerante ecológico.
- Ser de 220 voltios, 60 Hz y trifásico de fábrica.
- El equipo debe contar con una pantalla de supervisión y control en la parte frontal de la unidad.
- El equipo debe mostrar las horas de funcionamiento de los componentes más importantes como compresores, ventiladores y filtro de aire.
- El equipo debe permitir emitir una alarma visual y auditiva en caso de que ocurra una condición anormal con la temperatura, humedad, congelamiento, cambio de algún componente, etc.
- Se tiene que realizar todas las instalaciones eléctricas necesarias para el sistema de aire acondicionado de precisión, contar con un tablero eléctrico de aire acondicionado al interior del centro de datos, la canalización debe ser rotulada y diferenciada del resto existentes dentro del centro de datos.
- El equipo debe ser amigable con el medio ambiente, contar con sistemas automáticos de ahorro de energía, contar con la certificación Energy Star, los componentes deben ser de fácil separación de piezas y materiales y el 90% de los plásticos y metales deben ser reciclables.
- Solicitar al menos una garantía de tres años contra defectos de fabricación y repuestos, con un mantenimiento preventivo bimestral durante tres años, prorrogable previa revisión de contrato y acuerdo entre las partes.
- Indicar la cantidad de funcionarios quienes recibirán la capacitación.

Detección y protección contra incendios

Se hace necesario gestionar un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo para dicho sistema, ya que desde su instalación no se le ha realizado un diagnóstico para conocer el estado actual de funcionamiento.

Se recomienda que las dos mesas ubicadas dentro del centro de datos sean removidas del sitio, o bien, sustituidas por mesas de metal.

Eliminar cajas de cartón, manuales, bolsas plásticas, sillas con forro de tela y bancos de madera que se encuentran dentro del centro de datos y son de materiales combustibles.

Gestionar un contrato de mantenimiento preventivo de extintores, lo cual permitirá un control adecuado de las cargas y funcionamiento.

5.4. Sistema eléctrico

A continuación se describen recomendaciones en forma general para el sistema eléctrico del centro de datos:

- Todos de los gabinetes de comunicaciones y servidores deben contar con la cantidad de tomas eléctricos necesarios según la cantidad de equipos instalados.
- Instalar la acometida eléctrica al interior del centro de datos, debe contar con un circuito eléctrico para iluminación, luces de emergencia, sistema de CCTV y para tomacorriente de servicio.

- Instalar los circuitos eléctricos monofásicos requeridos para los gabinetes de servidores y gabinetes de telecomunicaciones.
- Las canastas de las rutas del cableado no se debe superponer con la canasta de cableado de datos.
- Instalar al exterior del centro de datos en un tablero eléctrico un interruptor general que alimenta el nuevo sistema eléctrico a instalar.
- Instalar la barra de tierra TMGB.
- Instalar conducto de enlace a la barra de tierra TMGB.
- Instalar la barra de tierra TGB a las canastas del área de servidores y a cada uno de los gabinetes de servidores.
- Instalar la barra de tierra TGB a las dos unidades de aire acondicionado.
- Todos los tornillos de los equipos eléctricos deben ser ajustados de forma adecuada.
- Identificación de los cables.
- Uso del código de colores para cables y tubería.
- Solicitar la certificación de la instalación eléctrica.
- Tomacorrientes con terminales para conexión lateral de cables trefilados. Cada tomacorriente será de acuerdo con el tipo requerido por el equipo por conectar.
- Tomacorrientes, canalización y cajas metálicas deben contar con el cable de aterrizaje.
- Todo cable eléctrico debe ser mayor a 1/0 AWG sobre la canasta.
- Visita al sitio por parte de los proveedores.
- Solicitar una garantía de al menos tres años contra defectos de fabricación y defectos de instalación.
- Solicitar un mantenimiento preventivo semestralmente durante tres años, prorrogable previa revisión de contrato y acuerdo entre las partes.
- Se debe regir sobre las normas del Código Nacional de Electricidad y especificaciones técnicas del Núcleo Eléctrico Institucional.

Con el objetivo de proveer al centro de datos de alta disponibilidad eléctrica, es necesario realizar un diseño para un nuevo sistema eléctrico, con el fin de que trabaje en paralelo con el sistema de generador actual. De esta forma se dispondrá de dos maneras de alimentar eléctricamente un mismo equipo de cómputo, cuando así lo requiera y tenga la característica, así como aumentar la facilidad de dar mantenimiento preventivo y correctivo a uno de los sistemas mientras el otro funciona. Por tanto, se tendrán dos plantas de emergencia y dos sistemas de respaldo eléctrico, dos unidades de distribución de potencia; de forma que permita alimentar cada uno de los equipos de cómputo y unidades de aire acondicionado dentro del centro de datos como se muestra en la Figura 31.

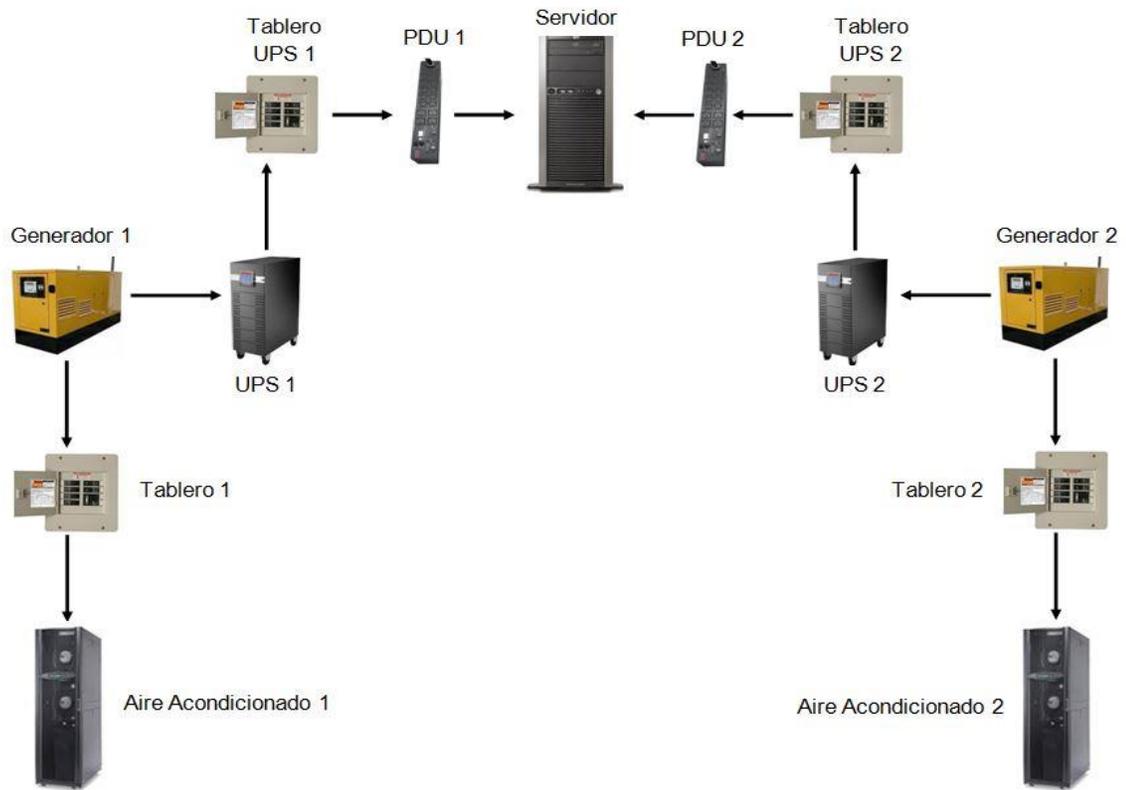


Figura 31. Propuesta de sistema eléctrico redundante.

Fuente: Elaboración propia.

Se recomienda remover todo aquel cable TSJ y los cables delgados; para permitir el reemplazo con cable THHN, ver Figura 32.

Es necesario que en futuras remodelaciones o modificaciones al sistema eléctrico, se incluya la certificación de las obras realizadas así como los planos correspondientes.

Se recomienda el uso de sellos cortafuegos en la instalación eléctrica, para prevenir el paso de vapores y llamas de una sección peligrosa del sistema a otra sección no peligrosa.

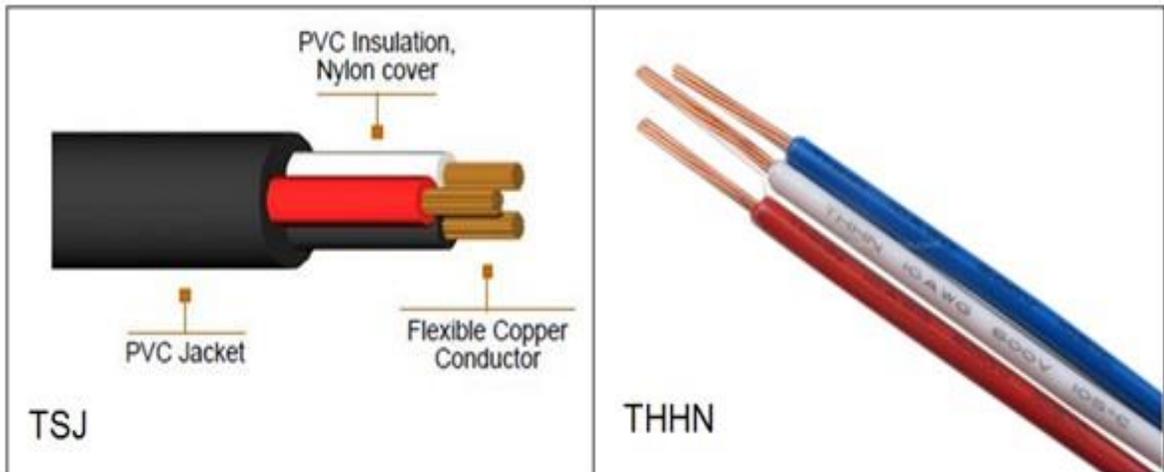


Figura 32. Cable TSJ y THHN.

Fuentes: [15] y [16]

Generador eléctrico

El generador eléctrico actualmente en operación permite satisfacer los requerimientos eléctricos para la operación del centro de datos; sin embargo, es necesario gestionar un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de este, que permita contar con un funcionamiento adecuado y seguro del sistema sin poner en riesgo los equipos albergados en el centro de datos, así como la continuidad de los servicios brindados.

Se recomienda adquirir un nuevo generador eléctrico que facilite la redundancia, con el fin de proveer al centro de datos de alta disponibilidad eléctrica. A continuación se listan recomendaciones generales para la instalación:

- Utilizar referencia norma TIA 942, Código Nacional Eléctrico (NEC), ISO9001 y 14000.
- Instalar un generador con una capacidad de 137 Kw, ver Tabla 6.
- Contar con la certificación CE o UL.
- La cabina debe ser insonorizada original de fábrica.
- Debe contar con ventilación de gases.
- Instalar de loza de cemento.
- Instalar tablero de transferencia automática.
- Instalar el cableado necesario desde el generador eléctrico hasta la acometida eléctrica del edificio.
- Solicitar manuales y planos.
- Visita al sitio por parte de los proveedores.
- Las especificaciones técnicas sobre el generador, motor de diesel, panel de control, protección digital y accesorios son las emitidas por el Núcleo Eléctrico Institucional.

- El equipo amigable con el medio ambiente, contar con sistemas automáticos de ahorro de energía, contar con la certificación Energy Star, los componentes deben ser de fácil separación de piezas y materiales, así como el 90% de los plásticos y metales deben ser reciclables.
- Solicitar una garantía de al menos tres años contra defectos de fabricación y de instalación.
- Solicitar un mantenimiento preventivo y correctivo con repuestos consumibles de forma bimestral durante tres años, prorrogable previa revisión de contrato y acuerdo entre las partes.

Tabla 6:

Cálculo de capacidad de generador eléctrico propuesto.

Variable	Subtotal	
Total W gabinetes servidores	51400	
Total W gabinetes telecomunicaciones	8070	
Total W A/C	38000	
Iluminación	215,3	21,53 x metro cuadrado
20% de Crecimiento	68379	
20% de Factor de uso	68379	
TOTAL	136759,42	Watts
TOTAL	137	Kw

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Sistema ininterrumpido de energía eléctrica (UPS)

El sistema instalado actualmente requiere una actualización del banco de baterías, debido a que el tiempo de operación es menos de la mitad de su capacidad.

Retirar del centro de datos una unidad de potencia UPS de 10 KVA que se encuentra ahí, sin instalar y sin uso.

Se recomienda realizar las gestiones correspondientes para que el sistema ininterrumpido de energía eléctrica que da soporte al centro de datos, cuente con un mantenimiento preventivo que permita alargar la vida útil y prevea riesgos que puedan ocasionar un daño mayor al propio sistema y a los equipos que este alimenta.

Con el objetivo de mantener una redundancia de la alimentación eléctrica de todos los equipos instalados en el centro de datos, se recomienda la instalación de un nuevo sistema ininterrumpido de energía eléctrica de forma redundante, que permita la instalación de dos unidades modulares. Para lo cual se hacen necesarias las siguientes características:

- Capacidad del sistema de respaldo eléctrico de dos unidades modulares de de 71 Kw cada una, ver Tabla 7.

- Tableros y acometidas eléctricas totalmente independientes al sistema en operación actualmente.
- Debe contar con software de gestión de la unidad, que permita monitorear el estado del UPS, alarmas, indicadores, fallas, comunicación. Debe quedar totalmente configurado y programado.
- Debe contar un mecanismo de apagado manual con un interruptor o pulsador de parada de emergencia.
- Contar con panel frontal con display LCD y LED para su administración y emisión de alarmas.
- Debe contar con interface, USB, RJ45.
- Las especificaciones técnicas de parámetros de entrada, de salida, del banco de baterías, serán de acuerdo con las establecidas por el Núcleo Eléctrico Institucional.
- Contar con el estándar ISO 9001, normas IEC y marcado CE.
- Solicitar manuales técnicos del equipo y planos.
- Solicitar visita al sitio por parte de los proveedores.
- El equipo debe ser amigable con el medio ambiente, contar con sistemas automáticos de ahorro de energía, contar con la certificación Energy Star, los componentes deben ser de fácil separación de piezas y materiales y el 90% de los plásticos y metales deben ser reciclables.
- Solicitar una garantía de al menos tres años contra defectos de fabricación y de instalación.
- Solicitar un mantenimiento preventivo y correctivo trimestral con repuestos durante tres años, prorrogable previa revisión de contrato y acuerdo entre las partes.

Tabla 7:

Cálculo de sistema ininterrumpido de energía eléctrica propuesto.

Variable	Subtotal	
Total W en gabinetes servidores	51400	
Total W en gabinetes telecomunicaciones	8070	
20% de Crecimiento	11894	
TOTAL	71364	W
TOTAL	71	Kw

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Sistema de unidad de distribución de energía (PDU)

Se recomienda las PDU necesarias que proporcionen energía segura y condicionada, los cuales provengan del sistema ininterrumpido de electricidad a los gabinetes de servidores, gabinetes de telecomunicaciones y otros equipos instalados:

- Las PDU son alimentadas por el Sistema Ininterrumpido Eléctrico.
- La alimentación de las PDU deben ser instalada por rutas diferentes, no deben existir ningún cruce de ambas instalaciones con el objetivo de evitar puntos singulares de fallo.
- Debe permitir el crecimiento a futuro de al menos un 40%.
- Debe contar con una conexión segura sin apagados forzados.
- Los interruptores de apagado/encendido seguros, han de evitar el apagado accidental.
- Los materiales deben ser fabricados en lámina de acero doble descapada, fosfatizado, pintura electrostática, terminación microtexturada.
- Los cables de poder deben ser incorporados de fábrica.
- Cada tomacorriente debe contar con un seguro para cable de poder que evite la desconexión accidental.
- Las especificaciones técnicas de voltaje, frecuencia, potencia y cables son de acuerdo con las establecidas por el Núcleo Eléctrico Institucional.
- Solicitar garantía de al menos tres años.

Conexión a tierra

Se recomienda elaborar los planos y las memorias de cálculo con el fin contar con la documentación de la instalación de las conexiones; tanto de equipo de cómputo como otros equipos de potencia. A continuación se listan recomendaciones que debe contar el sistema de conexión a tierra:

- Diseño del sistema de conexión a tierra propuesto, ver Figura 33.
- Se debe aterrizar los chasis de equipos, gabinetes de servidores, gabinetes de comunicaciones y tomacorrientes.
- Las especificaciones técnicas de impedancia, barras, aisladores, materiales, canalizaciones, cableado se fijan de acuerdo con las establecidas por el Núcleo Eléctrico Institucional.
- Cumplir con lo que establece el código eléctrico, el estándar TIA-942, norma NEC y el Código Eléctrico Nacional.
- La solución debe permitir expandir la capacidad del sistema a largo plazo.
- No deben realizarse empalmes.
- Solicitar manuales y planos de:
 - Lista de planos y documentos de diseño.
 - Diseño de la malla de tierra.
 - Memoria de cálculo de la malla de tierra.
 - Planos de disposición general y de ingeniería de la malla de tierra.
 - Documentación técnica de los componentes y accesorios instalados.

- Solicitar visita al sitio por parte de los proveedores.
- El equipo debe ser amigable con el medio ambiente, contar con sistemas automáticos de ahorro de energía, contar con la certificación Energy Star, los componentes de fácil separación de piezas y materiales y el 90% de los plásticos y metales será reciclable.
- Solicitar una garantía de al menos dos años contra defectos de fabricación y defectos de instalación.

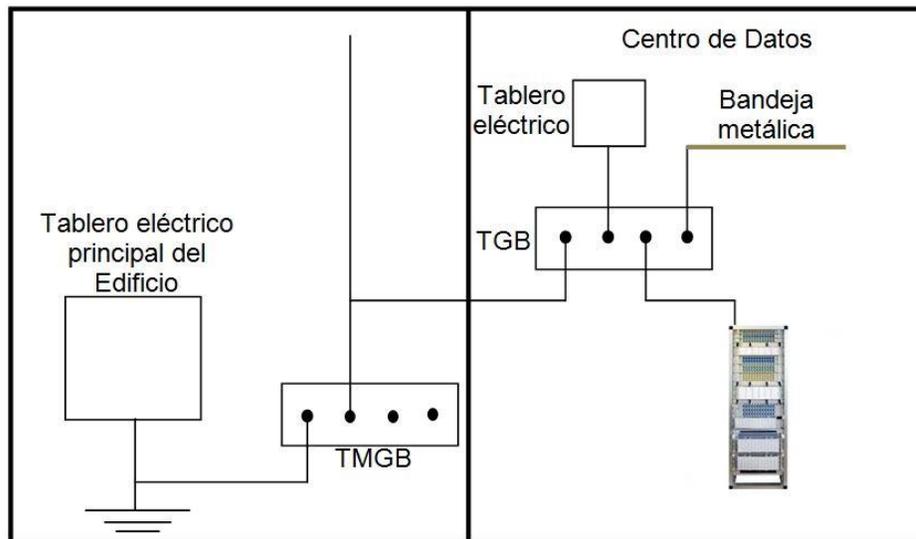


Figura 33. Diagrama de conexión propuesto del sistema de puesta a tierra del centro de datos.

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Plan de gestión de costos

La gestión de costos permite tener un manejo adecuado de la inversión de un proyecto dentro de la Institución, para lo cual se deben programar los recursos disponibles, identificar los nuevos requerimientos para estimar sus costos, con el fin de preparar el presupuesto necesario que da soporte a estos nuevos requerimientos o sustitución de equipos o servicios obsoletos. Lo que conlleva a alcanzar el uso óptimo de los recursos de la Institución orientados a lograr el éxito del proyecto.

En el presente apartado se realiza una estimación del costo del proyecto de reestructuración del centro de datos según la propuesta desarrollada, con el fin de obtener uno de los insumos necesarios para el proceso de contratación administrativa según los procedimientos de la Institución.

Compras institucionales

De conformidad con la resolución sobre montos presupuestarios promedios, para la adquisición de bienes y servicios no personales de la Administración Pública, establecido por la Contraloría General de la República de Costa Rica, el Instituto Nacional de Aprendizaje se mantiene categorizado dentro del estrato "C".

Los límites específicos de Contratación Administrativa para Obra Pública vigentes para el periodo presupuestario 2014 para aquellas instituciones dentro del estrato "C" son:

- Licitación Pública: Igual o mayor a ₡254.000.000
- Licitación Abreviada: Menor de ₡ 254.000.000 e igual o mayor a ₡ 16.350.000
- Compra directa (escasa cuantía): Menor de ₡ 16.350.000

Cada una de las actividades dentro de los procesos de compra institucional, atinentes a la contratación de bienes y servicios están documentadas mediante Procedimientos, Instructivos y formularios en el Sistema de Gestión de Calidad del INA, disponibles en la Intranet de la Institución.

Proceso de adquisición del centro de datos institucional:

1. Solicitud de apertura de código del bien o servicio en el Sistema de Recursos Materiales (SIREMA) por parte de la Unidad Solicitante.
2. Creación de código del bien o servicio por parte de la Unidad Rectora.
3. La Unidad Solicitante coordina con el Proceso Financiero Contable de la Unidad Solicitante el presupuesto requerido.
4. Digitalizar la solicitud de compra (SIREMA), por parte de la Unidad Solicitante
5. El Proceso Almacenamiento y Distribución de la Unidad Solicitante revisa existencias del bien o servicio y da visto bueno a la solicitud de compra.
6. La Unidad Solicitante pide al Proceso Financiero Contable de la Unidad Solicitante la Reserva Presupuestaria correspondiente.
7. La Unidad Solicitante remite el Formulario de Justificación de Compra de Bienes o de Contratación de Servicios (según corresponda) al Proceso Adquisiciones de la Sede Central del INA.
8. El Proceso de Adquisiciones de la Sede Central del INA, genera en el SIEMA según la Agrupación de Compra que corresponda, el Tramite de Compra, éste, una vez definida una Ruta Crítica (cronograma de compras), inicia todas las actividades tanto logísticas como administrativas del proceso de compra de bienes o servicios, de conformidad con los postulados articulares del Reglamento y Ley de Contratación Administrativa, así como del Reglamento de Adquisiciones del INA.
9. Recepción del bien (algunos bienes incluyen instalación) o servicio por parte del proveedor a la Unidad Solicitante.
10. Revisión técnica por parte de la Unidad Rectora del código o el Núcleo Institucional correspondiente.
11. En caso de que el proveedor incumpla con alguna especificación técnica contenida en la Orden de Compra Contrato, el Proceso Almacenamiento y

Distribución de la Unidad Solicitante, comunica al proveedor adjudicado, la condición de Bien o Servicio condicionado (por ende, el trámite de pago de la factura asociada, de igual manera se condicionada, hasta tanto el proveedor debidamente notificado, subsane las inconsistencias).

12. Una vez aclaradas las inconsistencias en el bien o servicio (previo comunicado de pronunciamiento técnico emitido por la Unidad Rectora del código), la Unidad Solicitante remite al Proceso Financiero Contable el trámite de pago de la(as) factura(s) asociados al bien o servicio recibido, técnicamente aceptado.
13. El Proceso Financiero Contable de la Unidad Solicitante cancela la factura al proveedor, vía transferencia electrónica o mediante cheque.

Es por ello que la definición del monto económico del proyecto es uno de los elementos más significativos y de mayor peso a lo largo de este.

Para los procesos de estimación de los costos, la determinación del presupuesto y el control de los gastos, los insumos son los requerimientos técnicos de los equipos y servicios identificados en la propuesta de reestructuración, el cronograma de contratación administrativa que se realiza por parte del Proceso de Adquisiciones Institucional cuando el presupuesto fue aprobado, los factores propios ambientales de la Institución y los activos de los procesos administrativos de esta.

Dentro de las herramientas que se utilizan en este proceso se encuentran: los juicios expertos por parte de las personas funcionarias de la Gestión de Tecnologías de Información, Unidad de Recursos Materiales y Unidad de Administración de Proyectos; estimación analógica y paramétrica, además análisis de reservas presupuestarias para la propuesta de licitación.

Todo este análisis permitirá dar como resultado la estimación de los costos, la base de estimados, actualización de los activos de los procesos y la actualización de la documentación del proyecto.

En la Tabla 8 se detalla el presupuesto de la propuesta de reestructuración del centro de datos, seccionado por los cuatro sistemas analizados; el arquitectónico, el de telecomunicaciones, el mecánico y el eléctrico:

Tabla 8:

Presupuesto de la propuesta de reingeniería del centro de datos del INA.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sistema arquitectónico			
Pintura epóxica de paredes y entrepiso	1	2500	2500
Cielo raso	1	41000	41000
Gafetes para control de visitantes	1	400	400
Subtotal			\$ 43900
Sistema de telecomunicación			
Anclaje de gabinetes	12	50	600
Accesorios para organizar gabinetes (organizadores, cinta adhesiva, gasas, etiquetadora)	10	40	400
Paneles ciegos para gabinetes	5	15	75
Cableado estructurado	1	43680	43680
Subtotal			\$ 44755
Infraestructura mecánica			
Aire acondicionado de precisión de dos toneladas.	1	40000	40000
Aire acondicionado de precisión de tres toneladas.	1	49000	49000
Mantenimiento preventivo del CCTV. (trimestral)	4	975	3900
Mantenimiento preventivo del sistema de detección y extinción de incendios. (cuatrimestral)	3	600	1800
Subtotal			\$ 94700
Sistema eléctrico			
Sistema de generador eléctrico.	1	60000	60000
Sistema ininterrumpido de energía eléctrica	1	45000	45000
Ampliación sistema de conexión a tierra y sistema de transferencia eléctrica.	1	80000	80000
Subtotal			\$ 185000
TOTAL			\$368355

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto se realizó del promedio de cotizaciones de cada bien o servicio de diferentes proveedores a nivel nacional.

El total del presupuesto de la propuesta de reestructuración del centro de datos es de \$ 368 355. Dicho monto debe ser incluido en el presupuesto anual por parte de la Unidad de Informática y Telemática en las cuentas presupuestarias respectivas, así prever las reservas presupuestarias en caso de que el proyecto exceda al siguiente periodo presupuestario.

5.6. Plan de operación lógica

En esta sección se desarrollan las pautas por seguir en el momento de la implantación de la reestructuración propuesta, con el objetivo de reducir los riesgos que pueda ocasionar alguna interrupción en el servicio que brinda el centro de datos a toda la Organización a nivel nacional; así como un instrumento que permita optimizar el tiempo en el desarrollo de las actividades y determinar el recurso humano responsable de dichas actividades.

Recomendaciones generales

A continuación se lista una serie de recomendaciones que se hacen necesarias cumplir para asegurar el éxito del proyecto:

- Listar los servicios que brinda el centro de datos que pueden verse afectados por el cambio propuesto, con el propósito de definir los horarios de ejecución más óptimos; en este caso son de lunes a viernes de 20:00 a 05:00 y todo el día los sábados y domingos.
- Identificar las adecuaciones que se requieren para la ejecución de la reestructuración con el fin de ir las realizando de forma anticipada.
- Listar las actividades de la ejecución del proyecto, que permita estructurar una secuencia óptica para lograr la implantación de la reestructuración de una forma segura, eficiente y en el menor tiempo posible.
- Listar las personas funcionarias responsables del proyecto.
- Presentar el proyecto a la Comisión Gerencial de Informática para contar el apoyo de patrocinadores.
- Comunicar de forma continua y completa la información de los avances del proyecto, a las personas funcionarias responsables de las actividades con el objetivo de promover el control y retroalimentación en todo el proceso.
- Comunicar mediante correo electrónico a todas las personas funcionarias de la Institución las interrupciones programas, el horario y servicios afectados.
- Realizar pruebas de cada instalación previa a la puesta en operación definitiva.
- Realizar en paralelo la reestructuración referente a cableado estructurado que no implique suspensión de servicios.
- Realizar en paralelo la instalación del sistema de respaldo eléctrico, sistema de distribución de energía y el generador eléctrico.

Definición de actividades

Para cada una de las soluciones de reestructuración propuestas del sistema arquitectónico, al de telecomunicaciones, al mecánico y al eléctrico se deben realizar tres actividades macro, las cuales son el análisis y diseño de la solución, compra de los equipos o materiales necesarios mediante contratación administrativa y, por último, la implantación.

A continuación se lista las actividades necesarias para la puesta en marcha del proyecto, en el orden de prioridades técnicas que pretenden establecer y lograr una secuencia de pasos por seguir con el objetivo de reducir al mínimo la probabilidad de incurrir en una interrupción de servicio:

- A. Administración del proyecto.
 - a. Inicio.
 - b. Creación del equipo de trabajo del proyecto.
 - c. Solicitud del proyecto a la Unidad de Administración de Proyectos institucional.
 - d. Planificación.
 - e. Definición de la estructura del proyecto.
 - f. Inicio de contratos con proveedores.
 - g. Creación del cronograma del proyecto.
 - h. Reuniones semanales con los proveedores.
 - i. Reuniones semanales del equipo de trabajo.
 - j. Solicitar al Núcleo institucional respectivo la inspección técnica de finalización.
 - k. Elaboración de documentación del sistema de calidad institucional del proceso de compra de equipo o servicios.
 - l. Cierre.
 - m. Cierre de contratos con proveedores.
- B. Sistema arquitectónico.
 - a. Análisis y diseño de la solución.
 - b. Definición de especificaciones de pintura epóxica.
 - c. Definición de especificaciones del cielo raso.
 - d. Definición de un sistema de gafete para control de visitantes.
 - e. Proceso de compra administrativa.
 - f. Proceso de implantación.
- C. Sistema de telecomunicaciones.
 - a. Análisis y diseño de la solución.
 - b. Definición de especificaciones para anclaje de los gabinetes.
 - c. Definición de especificaciones técnicas para el cableado estructurado.
 - d. Proceso de compra administrativa.
 - e. Proceso de implantación.
- D. Sistema mecánico.
 - a. Análisis y diseño de la solución.
 - b. Definición de especificaciones de dos unidades de aire acondicionado de precisión.

- c. Definición de especificaciones del contrato de mantenimiento del CCTV.
 - d. Definición de especificaciones del contrato de mantenimiento del sistema de detección y extinción de incendios.
 - e. Proceso de compra administrativa.
 - f. Proceso de implantación.
 - g. Elaboración de documentación del sistema de calidad institucional del proceso de compra de equipo o servicios.
- E. Sistema eléctrico.
- a. Análisis y diseño de la solución.
 - b. Definición de especificaciones del generador eléctrico.
 - c. Definición de especificaciones del sistema ininterrumpido de energía.
 - d. Definición de especificaciones del sistema de distribución de energía.
 - e. Definición de especificaciones del sistema de conexión a tierra.
 - f. Proceso de compra administrativa.
 - g. Proceso de implantación.
 - h. Elaboración de documentación del sistema de calidad institucional del proceso de compra de equipo o servicios.
- F. Control y seguimiento.

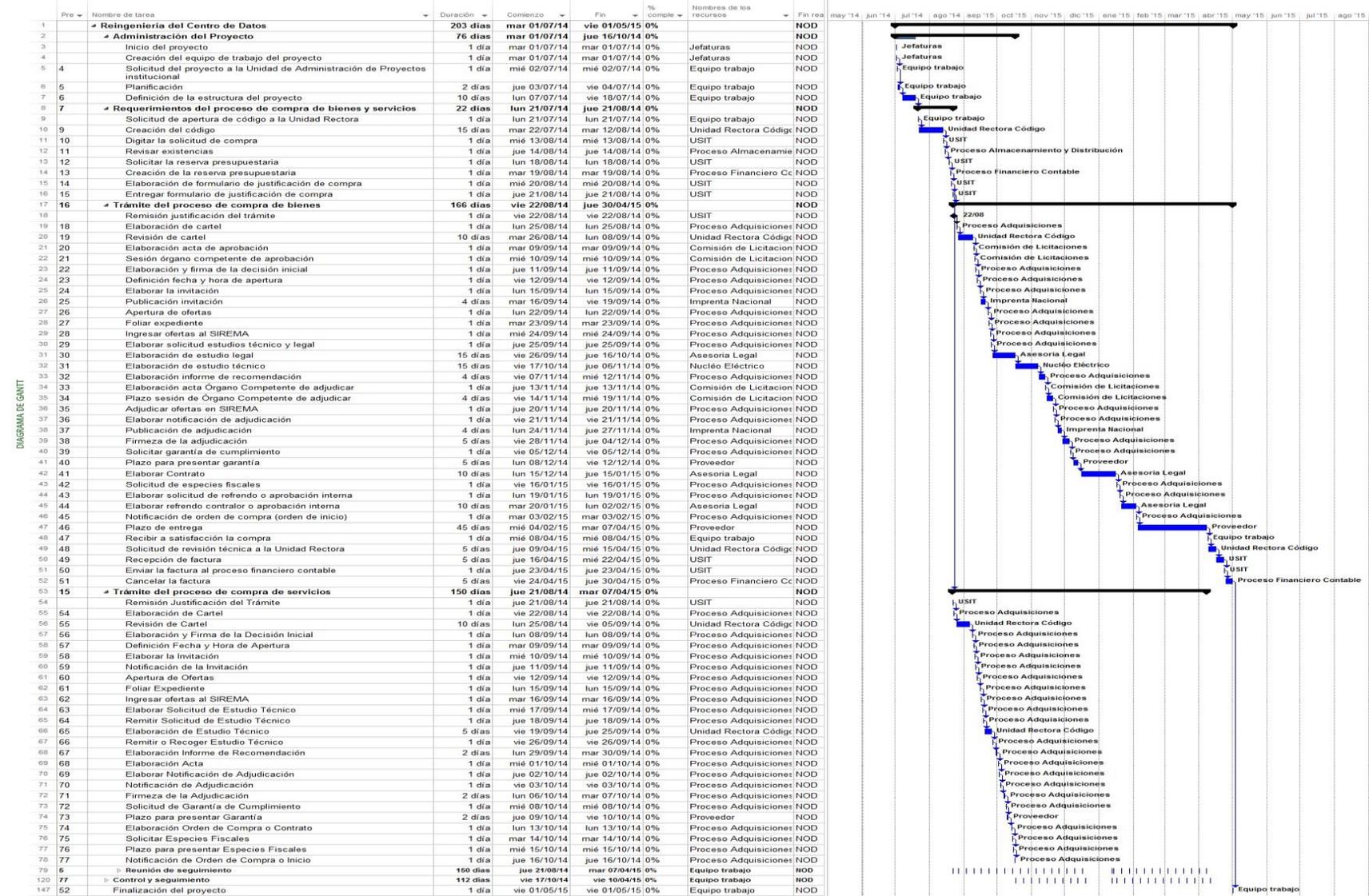
Recurso humano para las actividades

Entre el recurso humano que debe designarse para el desarrollo del proyecto se encuentra:

- Patrocinador: se recomienda que la persona funcionaria para patrocinador del proyecto sea el Gestor de Tecnologías de Información.
- Responsable del proyecto: la persona responsable del plan de trabajo del proyecto debe pertenecer al Proceso de Infraestructura Tecnológica.
- Grupo de trabajo: el equipo humano debe estar conformado por al menos dos personas del Proceso de Infraestructura Tecnológica, una del Proceso de Operación de Servicios, una del Proceso de Sistemas Institucionales, una persona de la Unidad de Administración de Proyectos y otra del Núcleo Eléctrico Institucional.
- Jefaturas involucradas dentro del proyecto: Jefatura de la Gestión de Tecnologías de Información, Jefatura de la Unidad de Informática y Telemática, Jefatura de la Unidad de Administración de Proyectos y la Jefatura del Núcleo Eléctrico Institucional.

El proyecto está programado para ser realizado en una sola etapa, mediante dos procesos de compras, uno por compra de equipos y la otra por compra de bienes, esto por razones propias de agrupaciones de compras institucionales.

Cronograma



Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

A continuación se listan las conclusiones y recomendaciones generales al finalizar el presente proyecto de una propuesta de reingeniería del centro de datos del Instituto Nacional de Aprendizaje:

6.1. Conclusiones

1. Las normas y estándares definidos para el desarrollo de la presente propuesta fueron las ANSI-BICSI 002 y la TIA 942; ya que estas son enfocadas hacia los subsistemas de arquitectura, telecomunicaciones, mecánico y eléctrico, los cuales eran los principales objetos de análisis en este proyecto. Además, que por la naturaleza de estas normas y estándares permiten ser utilizadas para centros de datos pequeños y grandes; facilitando contar con una guía para el diseño y buenas prácticas de la propuesta de acuerdo a las especificaciones técnicas del INA. Mediante el análisis de estas normas se logra determinar los procesos internos; de esta forma se detectan los existentes con sus debilidades y fortalezas, como son los procesos de acceso físico al centro de datos, el cual se encuentra establecido pero presenta una serie de deficiencias en cuanto a asignación de responsabilidades y documentación. Por otro, lado se detecta la ausencia de procesos internos, que la norma lo resalta y la institución no cuenta con ellos, como son los mantenimientos de los sistemas actuales de detección y extinción contra incendios, y el sistema de circuito cerrado de televisión. Lo cual permitió brindar las recomendaciones acorde a lo requerido por la institución.
2. Se determina la situación operativa físico – ambiental actual del centro de datos, mediante el diagnóstico realizado. En el cual se describe de forma detallada el estado actual de la infraestructura tecnológica en el sitio, determinando las especificaciones y requerimientos actuales. Lo cual permitió detectar debilidades entre las más relevantes se encuentran la falta de anclaje al piso de los siete gabinetes de servidores, tres gabinetes de telecomunicaciones y dos unidades de aire de precisión; en cuanto al sistema de gestión ambiental se determina que una sola unidad de aire de precisión instalada no permite controlar la temperatura y humedad necesaria según la cantidad requerida del índice de enfriamiento de los equipos albergados en el centro de datos, de tal forma que si una de estas dos unidades de precisión instaladas falla se genera una interrupción en el servicio y hay que realizar un apagado controlado del centro de datos. Una tercera falencia encontrada, es respecto al sistema eléctrico en cuanto a capacidad de llevar la carga eléctrica del sitio por un lapso que permita mitigar el impacto de la falta de electricidad por parte del proveedor de servicios, tanto en el generador eléctrico como en el sistema de respaldo eléctrico.

Dicho diagnóstico, da como resultado el inventario completo de la infraestructura tecnológica albergada en el sitio, análisis de los procedimientos y políticas, así como la identificación de las fortalezas y falencias. Logrando determinar que el centro de datos actual no cumple con los estándares y lineamientos tanto a nivel nacional como internacional en materia de diseño e implantación de buenas prácticas.

3. Se desarrolla una propuesta de rediseño del modelo físico – ambiental de los componente en sitio, para lo cual se tomó como insumos el estudio y definición de las normas y estándares que mejor se adaptaban a los requerimientos técnicos del INA, así como el diagnóstico de la situación actual del centro de datos.

Durante el desarrollo del análisis se requirió evaluar varias alternativas para poder subsanar alguna falencia encontrada, ya que una de las principales limitantes era la infraestructura física, debido a que esta no fue diseñada inicialmente para ser un centro de datos sino que se fue adaptando a lo largo del tiempo un área del edificio.

Todo este análisis permite dar como resultado una propuesta acorde a las necesidades actuales y largo plazo de la institución, basada en el fortalecimiento de los equipos y servicios existentes, así como la propuesta para subsanar las debilidades encontradas.

4. Se plantea una propuesta económica del proyecto, basada en los equipos y servicios requeridos para la solución presentada. La elaboración del presupuesto se realiza mediante ofertas económicas de empresas nacionales; y se divide en dos procesos de compra de acuerdo a la naturaleza propia de la organización por metas presupuestarias, una corresponde a todo lo concerniente a la adquisición de equipo y la otra a servicios, como los mantenimientos de equipos y otros sistemas.

La Gestión del Departamento de Tecnologías de Información y Comunicación del INA, debe realizar los esfuerzos necesarios para que dicha propuesta económica sea planteada y aprobada por la Institución para su solicitud de inclusión en el presupuesto en el 2014 y con ejecución para el 2015; ya que se requiere contar con el contenido presupuestario para la implantación de la propuesta, de igual forma realizar el análisis en caso de no ser aprobado en su totalidad y brindar la prioridad de acuerdo al plan de ejecución del diseño propuesto. No contar con este presupuesto, impactará al INA en subsanar las debilidades encontradas y privarse de brindar una plataforma de servicios estable; además, de que el postergamiento de su aprobación llevará a un encarecimiento de los componentes cotizados propios del mercado.

5. Se elabora un plan para la ejecución del rediseño, mediante la definición de las actividades, fechas de inicio y fin, y personas funcionarias responsables; lo cual permite en la implantación de este proyecto minimizar los riesgos y evitar la interrupción de los servicios que soportan los procesos de la organización.

El mismo debe ser implantado por la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación, como plan de modernización para la Institución; y poder contar con una solución integral, modular, escalable y segura que permita satisfacer los requerimientos funcionales propios para un centro de datos, y en específico soportar el funcionamiento de los servicios de TI que respaldan los procesos de la Institución.

El postergar más tiempo esta modernización puede llevar a la interrupción de servicios con incidentes cada vez más prolongados incluso a un colapso total de la infraestructura tecnológica, por lo que las consecuencias serían desastrosas para la Institución en cuanto a un impacto operacional, ocasionando cierres de los servicios de capacitación como los de formación virtual, atrasos en los cronogramas de instructores, atrasos en pagos de ayudas económicas, en pagos a proveedores de la institución, entre otros. En el impacto financiero se verían afectados los trámites de viáticos de las personas funcionarias docentes, aumento de costos en materiales y equipos de los paquetes de recursos instrucciones de las acciones formativas, entre otros. En el área legal y regulatoria se impactaría la Institución ya que expone a la intervención de los Entes regulatorios con sanciones de incumplimiento por parte de la Auditoría Informática Interna, de la Contraloría General de la República, así como de reclamos y recursos legales por parte de las personas participantes de los servicios de capacitación ante la Contraloría de Servicios interna, Defensoría de los Habitantes de la República de Costa Rica, mediante un recurso de amparo ante la Sala Constitucional de Costa Rica, entre otros. Y por último; el impacto en la imagen y reputación; ocasionando una disminución en la percepción de la calidad de los servicios de tecnologías de información por parte de las personas funcionarias así como una disminución en la percepción de calidad de los servicios de capacitación por parte de las personas participantes y empresas.

6.2. Recomendaciones

1. Con el fin de mitigar las constantes interrupciones causadas por fallas en el modelo operativo físico – ambiental actual y que afectan directamente la prestación de los servicios de tecnologías de información de internet, intranet, correo electrónico, sistemas institucionales, centro virtual, sitio web, antivirus, entre otros; al personal administrativo, docente y población estudiantil. Asimismo de evitar sanciones por parte de entes regulatorios tanto a lo interno como externo de la institución. Además, de continuar con las dos etapas del proyecto a nivel institucional de modernización de la infraestructura tecnológica.

Se recomienda al INA realizar la implantación del presente proyecto con la urgencia del caso, debido a que se determinó que el centro de datos actual no cumple los estándares y normas a nivel nacional e internacional; lo que permitirá a la organización contar con una infraestructura tecnológica robusta y confiable base para el funcionamiento adecuado del resto de infraestructura albergado en el centro de datos.

2. Se recomienda al GTIC del INA a llevar la gestión de crear políticas y las cuales deben ser aprobadas por las autoridades superiores de la institución, para la seguridad en el control de acceso al centro de datos, para el cableado estructurado y para el cumplimiento en los procesos operativos para preservar la información y documentar los procedimientos. Ya que mediante el diagnóstico del estado actual del centro de datos se detectaron la ausencia de estas; y su implantación permitirá resguardar los activos, reducir los riesgos de robo o cualquier otra vulnerabilidad de acceso no autorizado que pueda materializarse.

3. Se debe implantar un sistema de automatización y monitoreo de los equipos, para el control y supervisión de toda la infraestructura tecnológica a distancia del centro de datos, como un sistema SCADA, con el objetivo de brindar un adecuado mantenimiento preventivo y una atención más oportuna e inmediata por parte de las personas funcionarias responsables ante cualquier eventualidad que pueda ocurrir.

Se recomienda para el diseño e implantación del sistema SCADA desarrollar los tres elementos fundamentales: el servidor principal, la red de comunicaciones y los dispositivos de campo. En el primer caso; para el servidor principal es necesario determinar sus características, funcionalidades y aplicaciones, para lo cual se detalla el hardware, sistema operativo, componentes de software (librerías, flujos de datos, aplicaciones) y la sala de control. Para la red de comunicación, la cual es la plataforma requerida para la transmisión de los datos entre el servidor principal y los dispositivos de campo, se debe definir los elementos de red (switch, transmisores inalámbricos) y los canales de comunicación (enlaces seriales, ethernet e inalámbricos). Y por último; los dispositivos de campo, que de acuerdo al análisis se establecerán los requeridos, entre los cuales

pueden ser los controladores locales del generador eléctrico, controladores locales de las UPS, controladores locales de sistema de circuito cerrado de televisión, y del sistema de detección y extinción de incendios, entre otros.

4. Se recomienda a la jefatura de la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación realizar las acciones necesarias para garantizar la continuidad y respaldo del Proceso de Infraestructura Tecnológica, ya que se han detectado riesgos altos en su operativa. Como fallas principales, se encuentran en el subsistema de gestión ambiental, ya que se han registrado en promedio tres fallas anuales. El generador eléctrico, ha presentado inconvenientes en la continuidad del servicio en promedio de cinco fallas anuales. El subsistema ininterrumpido de energía eléctrica que presenta falencias aunadas al sistema de transferencia eléctrica, estos se han presentado con más frecuencia en promedio de siete fallas anuales en periodos cortos pero que generan un apagado abrupto del centro de datos. Sumado a las fallas anteriores, se encuentra la ausencia de procedimientos y políticas para el control del acceso físico y lógico al centro de datos, y para el mantenimiento del sistema de cableado estructurado, entre otros. Estos eventos detectados se mencionan en el análisis realizado de la situación actual del centro de datos del INA y respaldados en las buenas prácticas en cuanto a diseño de centros de datos. Con lo cual se logre el cumplimiento de los niveles de continuidad de servicios actuales definidos en el plan de continuidad de tecnologías de información institucional y que se encuentra alineado al plan de continuidad del INA, y al catálogo de servicios de tecnologías de información institucional; que entre los servicios críticos establecidos como los más relevantes se encuentran los sistemas de información institucionales, administración y gestión de bases de datos, infraestructura de tecnologías de información, plataforma virtual, entre otros.
5. Es necesario cumplir con las directrices de gestión establecidas en el plan estratégico de tecnologías de información de la institución para el proyecto de renovación de la infraestructura tecnológica a nivel Institucional, con el objetivo de asegurar el alineamiento de la gestión de tecnologías de información con la planificación estratégica institucional según el plan estratégico institucional. Una vez finalizada esta primera etapa del proyecto, de rediseño del centro de datos actual, se recomienda continuar con la segunda etapa de alojamiento y mejoramiento de la infraestructura de tecnología de información lo antes posible, para finalizar con la tercera etapa de respaldo y continuidad en un centro de datos alterno. Que le permita al INA contar un renovado esquema de tecnologías de información necesaria para soportar el funcionamiento de todos los servicios informáticos y llevar a cabo los requerimientos de cumplimiento de La Contraloría General de la República.

Capítulo 7: Referencias bibliográficas

- [1] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Architectural*, pp. 60-72. Tampa, FL: BICSI.
- [2] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Bonding and grounding*, p. 128. Tampa, FL: BICSI.
- [3] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Mechanical*, pp. 165-169. Tampa, FL: BICSI.
- [4] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Security*, pp. 191-207. Tampa, FL: BICSI.
- [5] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Telecommunications cabling*, pp. 262-277. Tampa, FL: BICSI.
- [6] ANSI/BICSI. (2011). *ANSI/BICSI 002-2011: Telecommunications space, computer cabinets and racks*, pp. 240-257. Tampa, FL: BICSI.
- [7] ANSI/TIA. (2005). *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*, p. 38. U.S.A: Telecommunications Industry Association.
- [8] Carrasco, B., & Calderero, J. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp.
- [9] CEMEX. (14 de Diciembre de 2013). *Manual del Terrazo*. Obtenido de http://www.cemex.es/sp/PDF/Manual_del_Terrazo.pdf
- [10] EIA/TIA. (2008). *EIA/TIA-607: Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications*, p 81. FL: BICSI.
- [11] Eyssautier de la Mora, M. (2006). *Metodología de la Investigación. Desarrollo de la Inteligencia*. México: International Thomson Editores SA.
- [12] Google Maps. (30 de Julio de 2013). *Ubicación de la Sede Central del Instituto Nacional de Aprendizaje*. Obtenido de <https://maps.google.com/maps?hl=en&tab=wl>
- [13] Google Maps. (04 de Diciembre de 2013). *Ubicación del edificio del centro de datos en la sede central del Instituto Nacional de Aprendizaje*. Obtenido de <https://maps.google.com/maps?hl=en&tab=wl>

- [14] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw Hill.
- [15] Maz. (12 de Abril del 2014). *Cable TSJ*. Obtenido de http://www.mazcr.com/store/index.php?route=product/product&product_id=247
- [16] Ningbo Jixinda Electric Appliance Co. (12 de Abril del 2014). *THHN/THWN Nylon sheathed cable*. http://www.8cable.com/en/html/prod_detail/Product_766.html
- [17] Organigrama-INA. (27 de Julio de 2013). *Organigrama del Instituto Nacional de Aprendizaje*. Obtenido de <http://www.ina.ac.cr/institucional/organigrama.jpg>
- [18] Panduit. (30 de Marzo de 2014). Horizontal cable manager. Obtenido de <http://www.cableorganizer.com/panduit/patchlink-horizontal-cable-manager.html>
- [19] Panduit. (30 de Marzo de 2014). *Panduit, products and services*. Obtenido de http://www.panduit.com/wcs/Satellite?c=Page&childpagename=Panduit_Global%2FPG_Layout&cid=1345565516126&packedargs=classification_id%3D1529%26locale%3Den_us&pagename=PG_Wrapper#3
- [20] PEI-INA. (2010). *Plan Estratégico Institucional del Instituto Nacional de Aprendizaje 2011-2016*, pp. 6, 21 y 23. San José, Costa Rica.
- [21] Roger Racks Telecomunicaciones. (30 de Marzo de 2014). *Anclas antisísmicas para rack*. Obtenido de <http://www.roger-racks.com/Ancla-antisismica-rack-19-pulgadas.html>

Capítulo 8: Anexos

8.1. Anexo 1: Contaminantes de partículas suspendidas en el centro de datos.



8.2. Anexo 2: Bastidores sin anclaje en el centro de datos.



8.3. Anexo 3: Medios de almacenamiento sin control de acceso en el centro de datos.

