

Diseño de un Centro de Procesamiento de Datos Tier IV de 600 m2 Elaborando un Sistema Detallado para el Cálculo del Sistema de Eléctrico de Energía

Washington Fabricio Jurado Paredes, Andrés Giusseppe Gómez Cárdenas, Robert Andrade
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
fjurado23@gmail.com, angigome@espol.edu.ec, randrad@espol.edu.ec

Resumen

En este informe de materia de graduación se presenta el estudio del Diseño de un Centro de Procesamiento de Datos para la obtención de la certificación TIER VI la cual es una norma especificada en el estándar ICREA para esto se toman en cuenta todos los aspectos del diseño como lo son los diferentes subsistemas que se requieren para el funcionamiento del mismo la dimensión del diseño de un data center es de 600 m2, para este diseño se debieron tomar en consideración varias fases de diseño básico como lo son la Ubicación, la obra civil, el diseño arquitectónico así como también la distribución geométrica del data center (Rectangular 30 X 20 m2) y la distribución de los gabinetes en el mismo. En este estudio se concentra en los cálculos de consumo realizados en cuanto a las cargas eléctricas de las placas del equipamiento de infraestructura se refiere, en estos cálculos incluimos los sistemas de Sistema de climatización, Sistema de video vigilancia, Sistema de control de acceso, Sistema de intrusión y Sistema de control de incendio los cuales son un requerimiento en las etapas de diseño. El objetivo de diseño fue realizar los cálculos detallados para el sistema de energía eléctrica como lo son los todos los sistemas, los UPS, los generadores, el sistema de Bypass, la alta redundancia en equipos y proveedores de servicio eléctrico para obtener eficiencia y estabilidad para que nuestro data center funcione de la manera requerida los cálculos detallados están incluidos en archivos anexos.

Palabras Claves: Centro de Datos, ICREA, TIER IV, cálculos sistema eléctrico

Abstract

In this report of graduation course we show the design of a data center to obtain the TIER VI certification which is a standard specified in the standard ICREA it comes to all aspects of the design are taken into account as what are the different subsystems required for the operation of the dimension of the design of a data center is 600 m2, for this design were due to consider various stages of basic design such as the location, civil works, the architectural design as well as the geometric distribution of the data center (Rectangular 30 x 20 m2) and distribution cabinets in it. This study focuses on the consumption calculations made in terms of the electric charges of the datasheets of the infrastructure equipment is concerned, these calculations we include the systems of air conditioning system, Video surveillance system, System Access Control System intrusion and fire control system which is a requirement in the design stages. The design goal was to make detailed calculations for the electricity system as are all systems, UPS, generators, Bypass system, high redundancy in equipment and electric service providers for efficiency and stability our data center operate in the manner required detailed calculations are included in attachments.

Keywords: Data Center, ICREA, TIER IV, electrical consumption calculations

1. Introducción

En la actualidad existe una alta demanda de consumo de servicios de red, estos demandan un alto procesamiento de datos, el auge de los dispositivos móviles como el almacenamiento en la nube, telefonía IP y en general las nuevas tecnologías nos hacen notar la gran importancia que recae en un centro de datos el cual debe contar con un diseño estandarizado y certificado que nos garantice la confiabilidad y nos permita adaptarnos y escalar rápidamente a las necesidades actuales.

Basándonos en este contexto este informe de materia de graduación se basa en el desarrollo de los sistemas y subsistemas necesarios para cumplir con este cometido en este documento se describen los diseños requeridos como lo son el arquitectónico, equipamiento activo, climatización, seguridad física., los mismos que en conjunto con las demás normas requeridas por el estándar ICREA-Std-131-2013 nos permitirán diseñar en totalidad un data center certificado para TIER IV en un área de 600 m², enfocándonos en los cálculos eléctricos detallados del sistema eléctrico de energía.

En los cálculos se incluye información importante que nos permitirá elegir el mejor diseño eléctrico para nuestro data center el cual debe ser redundante, confiable y resistente a fallos, estos cálculos nos permiten definir los UPS, Generadores, Tableros, circuitos principales y de respaldo que nos permitan lograr nuestro objetivo.

2. Alcance

Buscamos crear un diseño de gestión de servicios de red TI con el cual garanticemos la escalabilidad, sostenibilidad, disponibilidad y continuidad de los mismos en base a estándares con el objetivo de conseguir la certificación del Data Center TIER IV lo que garantizará la confiabilidad de los servicios prestados por el Data Center que le permitan ofrecer servicios de red con una disponibilidad 24 x7 los 365 días del año.

Un Data Center bien diseñado estará preparado para futuras innovaciones y mejoras en cuanto a la infraestructura tecnológica en cuanto a velocidades(10 Gbps, 40Gbps, 100Gbps) el cual soportará equipos, aplicaciones, datos en información en gran cantidad que se alojara en el data center, como objetivo adicional este nos permite planificar actividades de mantenimiento concurrente , preventivo y correctivo los cuales que se deben realizar sin afectar en ningún momento los servicios del data center e incluso en situación críticas de emergencia garantizando la disponibilidad de 99,995% convergiendo en una rápida adaptabilidad y escalabilidad de los servicios del data center fomentando mejor impresión en los clientes que contraten los servicios del data center.

Los centros de datos son las bases fundamentales de las empresas. Ya no almacenan datos solamente la vitalización, los edificios inteligentes, los sistemas de computación unificada y la computación en la nube se han combinado para convertir al centro de datos en el centro neurálgico de la empresa. En consecuencia, las redes requieren mayor seguridad, capacidad de almacenamiento y procesamiento más minucioso para soportar sus funciones ampliadas. Estas demandas necesitan un enfoque holístico al diseño de centros de datos para asegurar la compatibilidad de la tecnología de la próxima generación, habilitar la vitalización y maximizar la disponibilidad de redes

3. Equipos Recomendados

Todos los equipos que se recomiendan serán instalados en el data center deben tener una conexión en todos los puntos, alimentación eléctrica regulada es decir con protección y de la misma calidad y ser administrados dentro del mismo ambiente uniformemente. Para la implementación de la infraestructura utilizaremos:

- HPDL380 Gen 9 Servidores
Rackeables
- HPC7000 Servidores BLADE
- HP3SPAR NAS
- IBM SAN768B SAN
- CISCO 7018 SWITCH DE CORE
- CISCO 2248TP SWITCH DE ACCESO
DISTRIBUCION

3.1 Gabinetes



Figura 1 Gabinete

- ☑ Modelo Ortronics
- ☑ Es de 42 UR
- ☑ Tiene 60.96cm de ancho
- ☑ Tiene 91.44cm de profundidad
- ☑ Vienen ya optimizadas para el diseño de ToR
- ☑ Control de Temperatura que ayudan a los equipos a mejorar la ventilación con soluciones preconfiguradas para un rápida implementación
- ☑ Tendremos 240 gabinetes de 42 UR compartidos como se encuentra detallado teniendo una forma rectangular

3.2 Servidor Rackeable HPDL 380 Gen 9



Figura 2 HPDL 380 Gen9

- ☑ Tiene 2U de altura
- ☑ Nos brinda una mejor capacidad, rendimiento y mayor escalabilidad de rack 2P en Hp
- ☑ Cuenta con la mejor capacidad y garantía completa al momento de adaptarlo a un centro de computo

3.3 Servidor Blade HP C7000



Figura 3 Hp C7000

- ☑ La carcasa del Blade System C7000 proporciona la alimentación, refrigeración e infraestructura de entrada y salida necesaria para soportar el servidor modular
- ☑ Tiene una altura de 10U
- ☑ Admite 16 Blade de almacenamiento y redes redundantes opcionales
- ☑ Incluye un panel intermedio Non Stop de alta velocidad compartido de 7,1 Tbps

3.4. Servidor de Virtualización Hp Proliant BL460c Gen9



Figura 4 Hp Proliant BL460c Gen9

- ☑ Diseñado para una amplia gama de opciones de configuración o implementación
- ☑ Ofrece flexibilidad para optimizar sus aplicaciones de TI centrales con el almacenamiento del tamaño apropiado para la carga de trabajo
- ☑ Se administra mediante Hp One View
- ☑ Proporciona rendimiento, la escalabilidad y la rentabilidad

3.5 Nas



Figura 5 Nas Hp 3S Par

- ☑ Permite a los clientes superar la falta de flexibilidad y la implementación instantánea de nuevas aplicaciones sin depender del ciclo de almacenamiento

3.6 San



Figura 6 SAN768B-2 IBM

- ☑ Brinda una mejor capacidad de almacenamiento y escalabilidad
- ☑ Reducir la complejidad y los costos de red
- ☑ Da mayor facilidad y aumenta el rendimiento de las aplicaciones de entrada y salida en banda ancha
- ☑ Optimiza la conectividad para los centros de datos, de esta manera dan una mejor escalabilidad en el almacenamiento de información

3.7 Switch Core Switch Core Cisco 7018



Figura 7 Switch Core Cisco 7018

- ☑ Combinan altos niveles de escalabilidad y flexibilidad operativa
- ☑ Diseñado para satisfacer las necesidades de la mayoría de los centros de datos de misión crítica
- ☑ Ofrecen operación continua del sistema y los servicios virtualizados penetrantes

3.8 Switch Acceso/Distribución Cisco 2248T



Figura 8 Cisco 2248T

- Está optimizado para cargas de trabajo especializado de centros de datos, tales como Big Data, almacenamiento distribuido, y la edición de vídeo, en escalables 100 MB y 1 entornos Ethernet Gigabit
- Ofrece esquema buffering grande que sustenta las aplicaciones en ráfagas
- Ofrece un único punto de gestión, actualización de software y aplicación de políticas

4 Normas Ansi/Eia/Tia

Las normas mínimas que deben ser seguidas son las siguientes:

Tabla 1- Normas ANSI/TIA/EIA

NORMAS	DESCRIPCIÓN
--------	-------------

ANSI/TIA/EIA	
ANSI/TIA/EIA-568-B	Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales y los demás estándares: TIA/EIA 568-B1, TIA/EIA 568-B2, TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica
ANSI/TIA/EIA-607	Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
ANSI/TIA/EIA-570-A	Normas de Infraestructura Residencial de Telecomunicaciones.
ANSI/TIA/EIA-606-A	Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
ANSI/TIA/EIA-569-A	Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
ANSI/TIA/EIA-758	Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones (telecomunicaciones, 2015).

5. Diseño del Data Center

Para el diseño del Data Center se deberá tomar en cuenta varios factores como lo son el tamaño del Data Center a ser implementado, el tipo y nivel de certificación que se va a requerir así como también el tamaño y cantidad del equipamiento a implementar y que se va a instalar. Se debe de diseñar un sistema eléctrico altamente eficiente, la temperatura del Data Center debe ser controlada y con precisión el sistema de cableado de datos que se instalará.

Para la elaboración de la Data Center se procederá con el diseño de los siguientes puntos en este estudio:

- Ubicación física
- Sistema de energía eléctrica
- Sistema de Climatización

- Sistemas de iluminación
- Sistema de seguridad y control
- Subsistema de detección de incendios y extinción
- Subsistema de Intrusión y Seguridad
- Subsistema de control de acceso
- Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión
- Sistema de cableado

6. Sistema de Energía Eléctrica

La energía distribuida se entiende por un conjunto de medios útiles para la generación de energía, lo mismo que constituye un sistema integrado y garantiza una calidad del servicio brindada para los usuarios. Para poder mantener los equipos ya sea en un centro de cómputo o equipos de usuarios se debe tener un buen sistema de energía, podemos decir de esta manera que dependemos del suministro de energía eléctrica, ya que si este medio falla podemos perder equipamiento y costo del mismo

7. Sistema de UPS

En el UPS va a ir un circuito con energía regulada, donde nos ayudara a tener una mejor conectividad de igual al UPS.

Deberá tener una mayor capacidad para tener cualquier requerimiento o actividad que este en un cronograma de planificación , ya que si existiera alguna interrupción física se va a parar cualquier tipo de trabajos que son de importante, vamos a implementar un UPS Pure Wave de capacidad de 2500 KVA a 3000 KVA

8. Sistema de Climatización Freecooling Chiller

- ✓ Eficiencia maximizada con la versión “G”, hasta 55% de ahorro de energía, incluso cuando se trabaja en las regiones tropicales; equivalente a hasta 25k de la reducción de costes.

- ✓ Ahorrando con sección de enfriamiento libre integrada de la Energía; la entrega de ahorro de energía adicional y una mayor fiabilidad



Figura 9 Climatización (Condensadora Freecooling)



Figura 10 Climatización (Evaporadora Freecooling)

Para la climatización de nuestro data center usaremos dos evaporadoras de 192 KW (55 toneladas) este número salió luego del cálculo de las cargas eléctricas y basándonos es las tablas de BTU que estarán consumidos en el interior del data center con el equipamiento, personas y ambiente y asegurando que este abastece sin ningún problema los requerimientos necesarios este contará con 4 evaporadoras siguiendo los estándares de las normas 2 n+1 tanto de la certificación ICREA y TIER IV con esto quedará provisto y redundante a fallas el sistema de climatización de nuestro Data Center.

Protege el equipamiento de infraestructura el cual para su funcionamiento requiere que tenga protección para los voltajes y las sobretensiones ya que estos son bastantes sensibles a las fluctuaciones y los efectos en estos serían muy dañinos en el funcionamiento de los mismos como los son las interrupciones

9. Distribución del Data Center

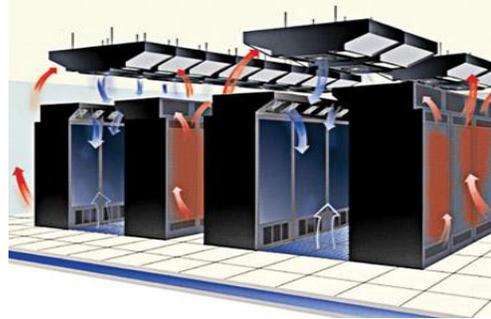


Figura 11 Distribución del DATA

- Diseño de pasillos fríos y calientes
- Ubicación de racks
- Piso falso
- Distribución de Racks
- Especificaciones

10. Certificación Tier IV

La característica principal de un data center Tier IV es el de su disponibilidad del 99.995%; lo que su periodo de caída es únicamente de 26 minutos al año. Redundancia en equipos críticos tanto en número como en capacidad

- ❖ Redundancia en equipos críticos tanto en número como en capacidad.
- ❖ Dispone de dos caminos de distribución independientes tanto para la energía eléctrica como para la de refrigeración.
- ❖ Los elementos de ambos caminos deben estar activos
- ❖ Equipos TI con doble alimentación.
- ❖ Grupos Electrógenos sin límite de horas de funcionamiento.
- ❖ Compartimentación física de elementos y equipos de ambos caminos de distribución.
- ❖ Refrigeración continua (Continuous Cooling).
- ❖ Todos y cada uno de los elementos de la instalación tienen que ser susceptibles a fallo sin que impacte en el funcionamiento del centro. Si se produce un fallo el sistema debe reequilibrarse de forma automática.[20]

Por lo tanto, un data center TIER IV lo que me ofrece es que si hay un corte de energía el generador y los grupos electrógenos independientes se activarán para suministrar la energía necesaria durante el corte, si uno de los caminos de distribución de refrigeración se cae otro tomará el relevo,

11. Sistema de Incendio

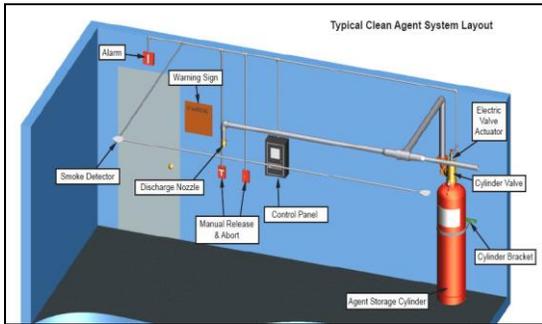


Figura 12 Sistema de detección de Incendios

- ✓ Tanques de gas
- ✓ Tuberías
- ✓ Panel de control
- ✓ Detector de humo
- ✓ Alarma
- ✓ Activación manual del sistema

12. Conclusiones

- 1 Actualmente las telecomunicaciones son de suma importancia y más aún en un data center por lo que los sistemas que permiten el funcionamiento normal de este se convierten en críticos, estos deben funcionar de manera ininterrumpida para las operaciones del data center, se debe garantizar su integridad física y mantenimientos ya que esto mejorarán su funcionalidad y tiempo de disponibilidad.
- 2 Los equipos de infraestructura de red se han convertido en la parte medular de la

computación actual por lo que un punto de fallo en la estabilidad, confiabilidad y confianza de un data center o sitio web es el tema de la energía eléctrica luego de realizado este estudio se puede concluir que el diseño de TIER 4 con las conexiones eléctricas redundantes (UPS, BATERIAS, GENERADORES) es el mínimo requisito que deberíamos exigir al momento de implementar este data center.

- 3 Teniendo en cuenta el cambio climático actual, la eficiencia energética se está convirtiendo cada vez más en una exigencia en cualquier ámbito de implementación de nuevas tecnologías, y la mayoría de los centros de datos son ineficientes en el consumo de energía eléctrica, están en el objetivo de regulaciones legales y bajo presión de los grupos ambientalistas. La eficiencia energética o data center verde no es fácil de conseguir puesto que los Centros de Datos son grandes sistemas que crecen paulatinamente aumentando su consumo energético por lo que se debe tomar en cuenta el estudio y los cálculos energéticos realizados para poder realizar una inversión en equipamiento de mayor efectividad ya que esto será una estrategia energética se pagará por sí misma a corto y mediano plazo.
- 4 La correcta administración del data center se convierte en un rol muy importante en la eficiencia de estos ya que con el funcionamiento y puesta en marcha de estos se debe realizar con personal capacitado y experto en esta área de consumo energético ya que con las pruebas de funcionamiento se debe de obtener la métrica del PUE(Power Usage Effectiveness) es una variable definida como instrumento para medir la eficiencia de los centros de datos está en una métrica que se adecua perfectamente para implementar una estrategia de manejo eficiente y responsable de la energía eléctrica en el data center
- 5 Es de suma importancia para el data center garantizar los servicios y disponibilidad de sus

equipos ya que al almacenar información sensible de empresas, clientes y proveedores se deben administrar con mucho cuidado de una manera ordenada siguiendo procesos los cuales deben estar bien documentados esto nos permitirá una vez arrancado el funcionamiento del data center mantener una administración limpia clara y estructurada siguiendo estrictamente los estándares internacionales que permitan incrementar el valor del data center a sus usuarios

13. Recomendaciones

- 1 Se recomienda una vez implementado el data center realizar chequeos programados a todos los sistemas que permiten el funcionamiento del data center de esta manera podremos crear una línea base de funcionamiento y podremos auditar si han existido cambios o anomalías en alguno de los equipos y sistemas implementados. Así mismo es de vital importancia que se realice el etiquetado del cableado existente y el de conexión a los host en lo racks ya que esto nos permitirá controlar lo que se instala en el data center esto nos facilita el mantenimiento, en el caso de un cambio en la infraestructura del data center o en el movimiento de un equipo esto nos permitirá realizarlo en un tiempo más corto y con mayor facilidad.
- 2 Se recomienda tener un control estricto sobre las temperaturas y porcentaje de humedad en el espacio y no obstruir las salidas o entradas de aire en los compartimientos para no crear desequilibrio en el sistema. Se deberá cumplir el plan de mantenimiento del equipo del fabricante y tener las instalaciones siempre limpias de polvo y suciedad.
- 3 Se recomienda mantener al personal en constante capacitación en todos los sistemas implementados en el data center, esto también se pueden organizar simulacros con el personal para que tengan conocimiento de que pueden hacer en caso de algún evento fortuito.

- 4 Se debe implementar un manual de procedimientos para realizar paso a paso el análisis y evaluación que nos ayude a verificar los parámetros mínimos en el funcionamiento del data center y que este documento este basado en las normas y estándares de funcionamiento nacionales e internacionales.
- 5 Para la optimización del manejo de energía en data centers se debe emplear la estrategia de manejo eficiente de energía a lo largo del ciclo de vida del data center. Se debe de monitorear: el data center y es indispensable implementar un sistema de monitoreo energético y analizar cómo y dónde se consume la energía, también sería adecuado contratar los servicios de auditorías energéticas. Al Implementar un sistema de monitoreo este debe de ser capaz de integrar diversos protocolos de comunicación a la vez para informar proactivamente de los sucesos de la energía eléctrica que ocurran en el data center

14 Referencias

- [1] S&C Electronics, Productos para la calidad de la electricidad, <http://es.sandc.com/products/power-quality/purewave-ups.asp>, fecha de consulta febrero 2015
- [2] Honeywell, Honeywell Security WinPAK, <http://www.security.honeywell.com/es/documents/HS-G-WIN-PAK-ES-SB-C.PDF>, fecha de consulta enero 2015
- [3] HP, Servidor HP DL380 Gen 9, <http://www8.hp.com/ec/es/products/proliant-servers/product-detail.html?oid=6764695#!tab=features>, fecha de consulta enero 2015
- [4] Honeywell, DVR Fusión, <http://www.archiexpo.es/prod/honeywell-security/grabadora-video-televigilancia-ip-11084-230055.html>, fecha de consulta enero 2015
- [5] MundoHVCR, Enfriamiento de centro de datos, <http://www.mundohvcr.com.mx/mundo/2013/02/enfri>

[amiento-en-centros-de-datos/](#), fecha de consulta enero 2015

[6] Ortronics, gabinetes mighty MO, <http://www.ortronics.com/products/racks-cabinets/cabinet-systems/mighty-mo-cabinet-series/pre-configured-cabinets/or-mmc422434-00004.aspx>, fecha de consulta enero 2015

[7] HP, Blade C7000, <http://www8.hp.com/mx/es/products/enclosures/product-detail.html?oid=1844065>, fecha de consulta enero 2015

[8] CCTV.mx, Características NVR Fusión, <http://cctv.mx/honeywell-sperian-hf43248r8t0n-32-channel-fusion-iv-rev-b-dvr-8tb-modelo-hf43248r8t0n.html?tag=8TB&limit=25>, fecha de consulta enero 2015.

[9] CISCO.com, switch 2248TP, <http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/nexus-2248tp-e-fabric-extender/index.html>, fecha de consulta enero 2015

[10] havells.sylavannia.com, Tubos Fluorescentes sylvania, <http://www.sylvaniacolombia.com/tubos-fluorescentes>, fecha de consulta enero 2015

[11] CISCO.com, Nexus 7000, <http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/nexus-7000-series-switches/index.html>, fecha de consulta enero 2015

[12] sylvania, Luz Emergencia, http://www.havells-sylvania.com/es_VE/lighting-help-centre/emergency-lighting, fecha de consulta enero 2015

[13] www.mhs.cl, Generadores, <http://www.mhis.cl/grandes-potenciaa/generacion/grupos-electrogenos10/grandes-potencias>, fecha de consulta enero 2015

[14] IBM.com, Storage SAN 768, <http://www-03.ibm.com/systems/storage/san/b-type/san768b-2/index.html>, fecha de consulta enero 2015

[15] HP.com, 3PAR, <http://www8.hp.com/ec/es/products/disk-storage/product->

[detail.html?oid=6524126#!tab=features](#), fecha de consulta febrero 2015

[16] HP.com, Soluciones HP, <http://www8.hp.com/ec/es/products/disk-storage/product-detail.html?oid=5157544>, fecha de consulta febrero 2015

[17] unitel, normas TIA/EIA, <http://unitel-tc.com/normas-sobre-cableado-estructurado>, fecha de consulta febrero 2015

[18] seinenergia.es, Sistemas de alimentación ininterrumpida, <http://seinenergia.es/page8.html>, fecha de consulta febrero 2015

[19] aunclidelastis.com, tier IV, <http://www.aunclidelastic.com/redundancia-seguridad-y-disponibilidad-claves-del-exito-de-un-datacenter-ii/>, fecha de consulta febrero 2015

[20] uroboros.es, data centers, <http://www.uroboros.es/alcala-data-center/>, fecha de consulta febrero 2015

[21] gesab.com, Pasillos fríos y calientes, <http://gesab.com/es/noticias/soluciones-de-aislamiento-de-pasillos-frios-calientes/>, fecha de consulta febrero 2015

[22] Wikipedia.com, que es un sai, http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alimentaci%C3%B3n_ininterrumpida, fecha de consulta febrero 2015

[23] iso.org, Norma ISO 27001, <http://www.iso.org/iso/es/home/standards/management-standards/iso27001.htm>, fecha de consulta febrero 2015

[24] icrea-international.org, Norma ICREA 2013, <http://www.icrea-international.org/nuevoportal/normaICREA.asp>, fecha de consulta febrero 2015

[25] ecuadorencifras.gob.ec, estudio socio-demográfico, <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estudios-socio-demograficos/>, fecha de consulta enero 2015

[26] secretariagestionriesgos, <http://www.gestionderiesgos.g>

ob.ec/2014/01/page/4/, ilustración zonas de inundaciones Guayaquil

[27] searchdatacenter.com, <http://searchdatacenter.techtarget.com/news/1360462/Hot-aisle-vs-cold-aisle-containment-Liebert-and-APC-face-off>, ilustración pasillos fríos y calientes

[28] data center knowledge.com, <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/03/27/smart-data-center-design-for-more-effective-cooling/>, ilustración de Placas perforadas

[29] 42u.com, <http://www.42u.com/cooling/cold-aisle-containment.htm>, ilustración de aislamiento climático

[30] Janusfiresystem.com, <http://www.janusfiresystems.com/products/fm-200>, Ilustración sistema de control de incendio

[31] everonit.com, <http://www.everonit.com/techtips/techtips/physical-ways-to-protect-your-network-from-being-hacked/>, ilustración de puerta de seguridad Man Trap

[32] geindustrial.com, <https://www.geindustrial.com/markets/data-center>, ilustración sistema UPS