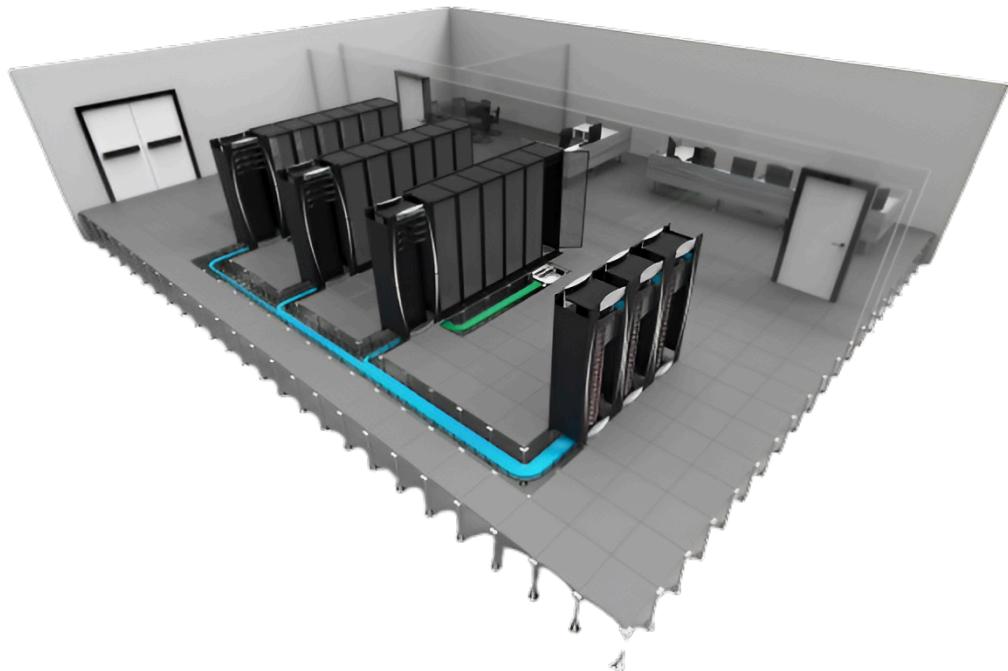


## Teleinformática I y Arquitectura de Computadores II

*Proyecto final - Diseño de Data Center*



### ***Integrantes:***

Carabajal Brito, Sebastián Alexis (Marketing Manager)

García, Manuel Antonio (Finance Manager)

Gómez, Máximo Gonzalo (CEO)

Vargas, Salustiano Esteban (Engineering Manager)

### ***Docentes:***

Mag. Ing. Figueroa de la Cruz, Mario Marcelo

Ing. Núñez Ingrao, Luis Alberto

# Índice

Introducción.....	3
Objetivos.....	3
Alcance del proyecto.....	4
Cronograma del proyecto.....	5
Teleinformática I.....	6
Plano de distribución de componentes para el Data Center.....	6
Cantidad y destino de los racks.....	11
Sistemas de refrigeración.....	12
Sistemas de extinción de fuegos.....	13
Sistemas de seguridad.....	14
UPS y grupo electrógeno.....	16
Green Data Center.....	17
Sugerencias adicionales.....	19
Cumplimiento de normativas para el Data Center.....	19
Arquitectura de Computadores II.....	21
Definición de requisitos.....	21
Selección de componentes.....	21
Ejecución de programas en procesadores múltiples.....	23
Coherencia de caché.....	24
Taxonomía de Flynn.....	27
Sugerencias adicionales.....	28
Monitoreo y gestión.....	28
Seguridad.....	28
Mantenimiento y actualización.....	29
Optimización de recursos.....	29
Conclusiones.....	29

# Introducción

En la era digital actual, los Data Centers se han convertido en el núcleo de la infraestructura tecnológica para empresas de todos los tamaños. Para Ionixx Technologies, una multinacional de desarrollo de software fundada en 2003 y con sede en Los Ángeles, Estados Unidos, la implementación de un Data Center de vanguardia es crucial para mantener su posición competitiva en el mercado.

Este informe detalla el diseño de un nuevo Data Center para Ionixx Technologies, que cumple con las características mínimas de Tier 2. El proyecto abarca la planificación y diseño de la infraestructura necesaria para albergar servidores, sistemas de almacenamiento y otros componentes esenciales en un espacio de 4 x 5 m dentro de las instalaciones de la empresa.

La importancia de este proyecto radica en varios factores clave:

1. **Continuidad del negocio:** Un Data Center bien diseñado asegura la operación ininterrumpida de los servicios críticos de la empresa.
2. **Seguridad de datos:** La protección de la información sensible de los clientes y de la propiedad intelectual de la empresa es primordial.
3. **Escalabilidad:** El diseño debe permitir el crecimiento futuro para acomodar las necesidades cambiantes de la empresa.
4. **Eficiencia energética:** La implementación de tecnologías verdes no solo reduce costos operativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental.

En las siguientes secciones, se detallarán los aspectos técnicos del diseño, incluyendo la selección de hardware y software, sistemas de soporte crítico, y consideraciones de seguridad y eficiencia energética.

## Objetivos

1. Desarrollar un diseño integral del Data Center que cumpla con los estándares mínimos de Tier 2, garantizando:
  - Alta disponibilidad (99.741% de uptime)
  - Redundancia en sistemas críticos
  - Capacidad de mantenimiento concurrente
2. Implementar medidas de seguridad robustas que incluyan:
  - Sistemas avanzados de control de acceso biométrico
  - Sistemas de detección y extinción de incendios de última generación
  - Videovigilancia IP con monitoreo 24/7
3. Optimizar la eficiencia energética del Data Center mediante:
  - Implementación de tecnologías de refrigeración de alta eficiencia
  - Uso de fuentes de energía renovable cuando sea posible

- Diseño de la distribución de equipos para maximizar la eficiencia térmica
4. Garantizar la escalabilidad del Data Center:
    - Diseñar la infraestructura con capacidad de expansión futura
    - Implementar virtualización para optimizar el uso de recursos
    - Planificar rutas de actualización tecnológica sin interrupciones significativas
  5. Proveer un entorno adecuado para el NOC (Network Operation Center):
    - Diseñar un espacio ergonómico para cuatro puestos de trabajo
    - Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real
    - Asegurar la integración efectiva del NOC con los sistemas del Data Center
  6. Aplicar conceptos avanzados de ingeniería informática en el diseño:
    - Utilizar arquitecturas de procesadores modernas
    - Implementar soluciones de almacenamiento de alto rendimiento
    - Diseñar una red de alta velocidad con redundancia
  7. Documentar detalladamente el proceso de diseño y las decisiones técnicas tomadas para futuras referencias y auditorías.

## Alcance del proyecto

El proyecto de diseño del Data Center para Ionixx Technologies abarca los siguientes aspectos:

1. **Diseño físico y distribución:**
  - Elaboración de planos detallados del espacio de 4 x 5 m
  - Distribución óptima de racks, sistemas de refrigeración y áreas de trabajo
  - Diseño de rutas de cableado estructurado y energía
2. **Infraestructura de TI:**
  - Selección y especificación de servidores para desarrollo, pruebas, dominio, bases de datos y web
  - Diseño de la arquitectura de almacenamiento
  - Configuración de la red interna y conexiones externas
3. **Sistemas de soporte crítico:**
  - Diseño del sistema de refrigeración redundante
  - Especificación del sistema de detección y extinción de incendios
  - Planificación del sistema de energía ininterrumpida (UPS) y generador de respaldo
4. **Seguridad física y lógica:**
  - Diseño del sistema de control de acceso biométrico
  - Planificación del sistema de videovigilancia IP
  - Especificación de medidas de seguridad lógica (firewalls, IPS, etc.)

**5. Eficiencia energética:**

- Implementación de tecnologías de Data Center Verde
- Optimización del diseño para PUE (Power Usage Effectiveness) eficiente

**6. Documentación y planificación:**

- Elaboración de diagramas de arquitectura detallados
- Desarrollo de especificaciones técnicas completas
- Creación de un plan de implementación por fases

**7. Análisis de rendimiento y escalabilidad:**

- Estimación de la capacidad inicial y proyecciones de crecimiento
- Planificación de rutas de actualización y expansión

## Cronograma del proyecto

Fase	Duración	Descripción
1	2 semanas	Análisis de requisitos y planificación inicial
2	3 semanas	Diseño de la infraestructura física
3	4 semanas	Selección y especificación de componentes de TI
4	2 semanas	Diseño de sistemas de soporte y seguridad
5	3 semanas	Elaboración de documentación técnica
6	1 semana	Revisión y ajustes finales

Duración total estimada: 15 semanas

# Teleinformática I

## Plano de distribución de componentes para el Data Center

El diseño del Data Center ha sido meticulosamente optimizado para maximizar la eficiencia en el espacio disponible de 20 m<sup>2</sup>. A continuación, se detallan las características clave del plano de distribución.

El diseño incluye un sistema de pasillos frío/caliente que optimiza la refrigeración al separar el aire caliente del aire frío, asegurando así un ambiente ideal para el funcionamiento de los equipos. Además, se ha designado un área contigua específica para el NOC (Network Operation Center), equipada con cuatro estaciones de trabajo ergonómicas, permitiendo una gestión y monitoreo eficiente de los servicios IT de la empresa.

Se ha previsto también un espacio destinado a futuras expansiones, permitiendo así que el Data Center pueda adaptarse a las necesidades crecientes de Ionix Technologies. Las rutas de cableado estructurado están claramente definidas, garantizando una organización ordenada y accesible de los cables de energía y datos, lo cual facilita el mantenimiento y la escalabilidad del sistema.

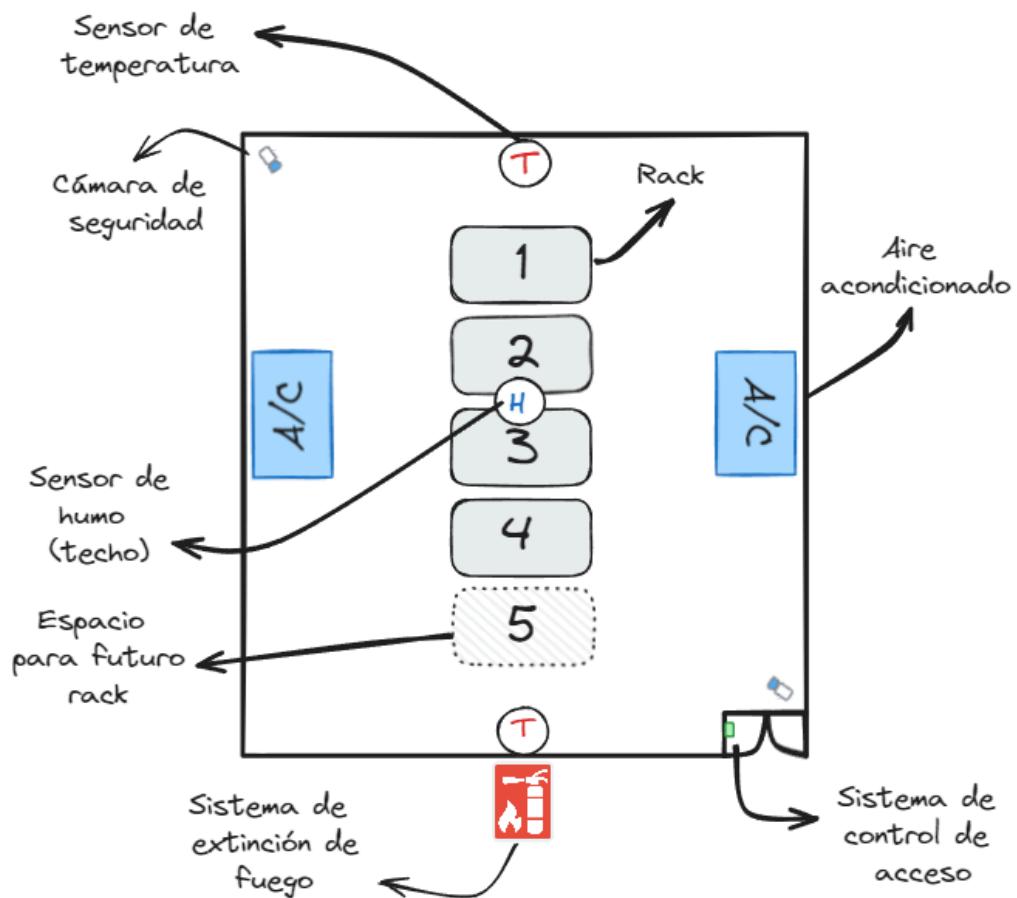
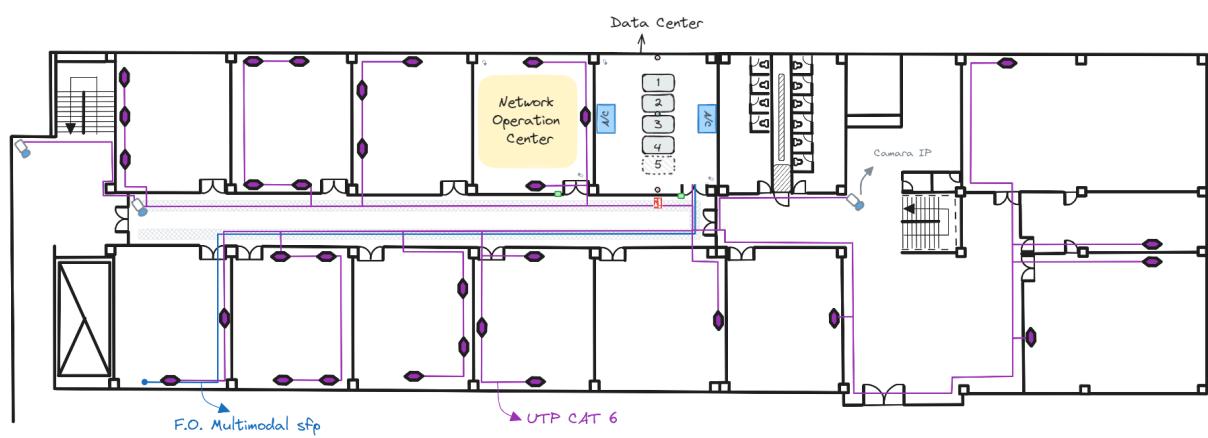
La lista de componentes incluye lo siguiente:

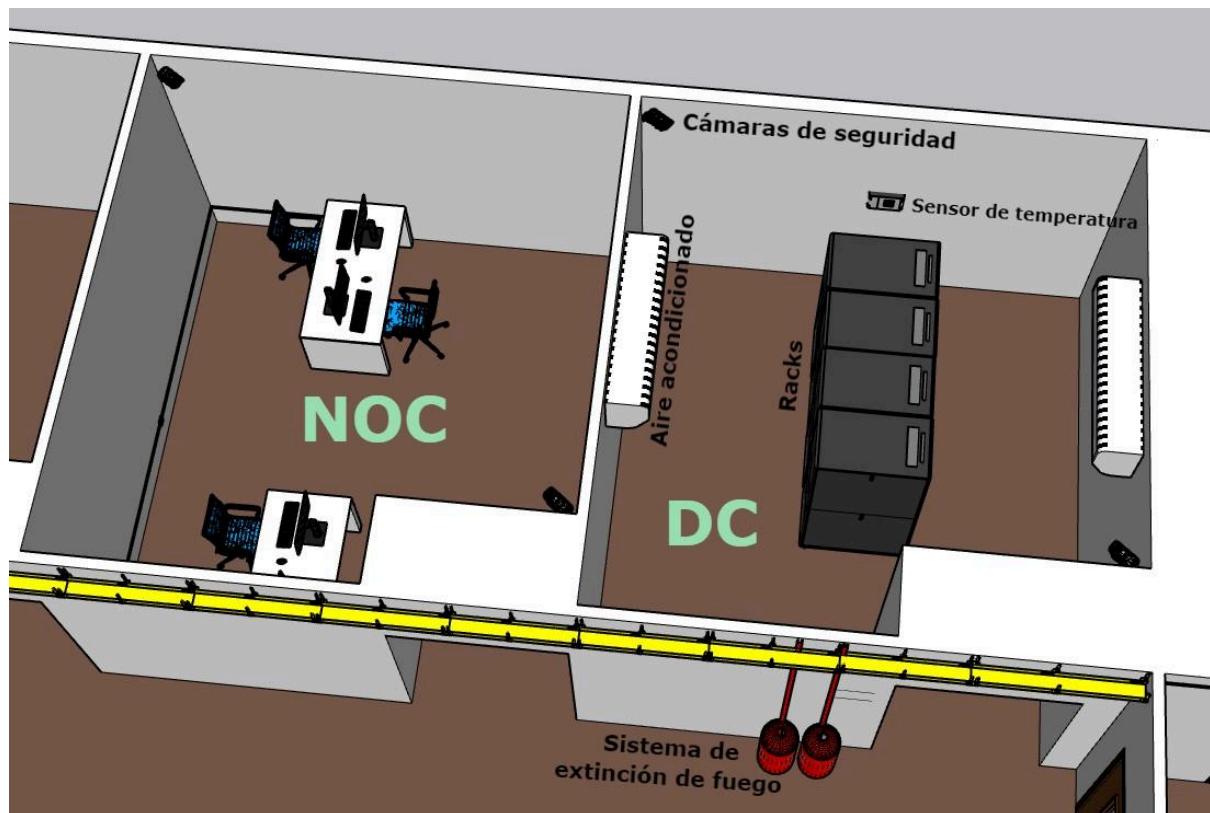
Componentes	Modelo	Características	Imagen
Racks	APC NetShelter SX 42U Rack Enclosure	Diseñado para alta densidad, puerta perforada para ventilación, opciones de gestión de cables.	

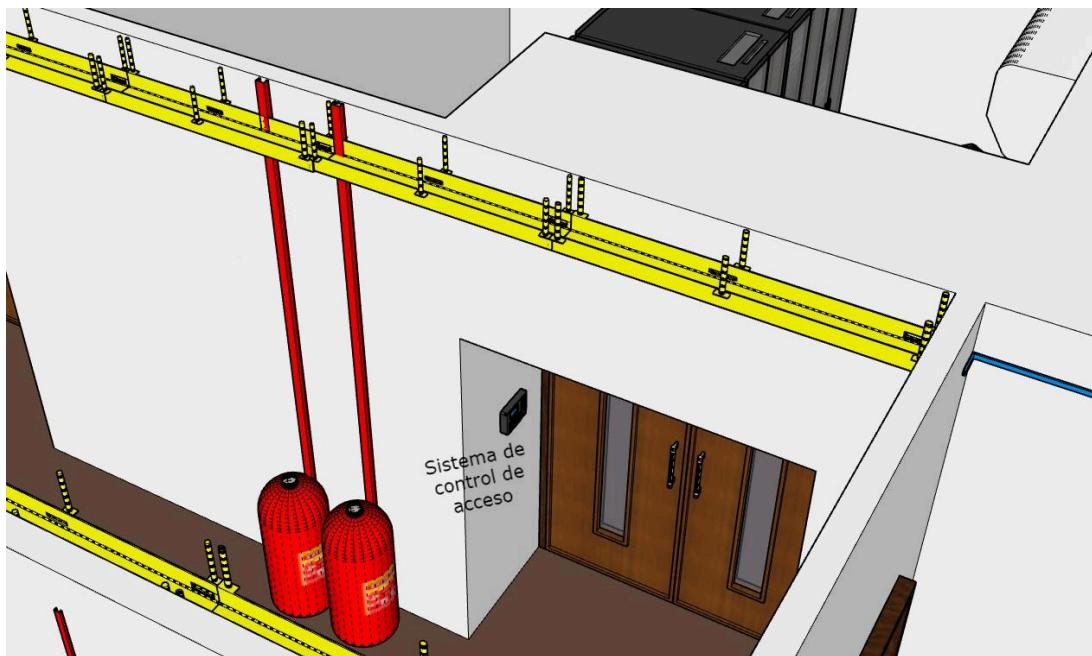
Patch pannels	Panduit DP48688TG Y 48-Port Patch Panel	1U, compatible con Cat 6, fácil administración de cables.	
Sensores de humo	Xtralis VESDA-E VEP Aspirating Smoke Detector	Alta sensibilidad, detección temprana, fácil integración con sistemas de alarma.	
Sensores de temperatura	APC NetBotz Room Sensor Pod 155	Monitorea temperatura y humedad, fácil integración y expansión, alertas configurables para condiciones fuera de rango.	
Sistema de extinción de incendios	Kidde FM-200 Clean Agent Fire Suppression System	Agente limpio, rápido tiempo de supresión, seguro para equipos electrónicos.	

Aires acondicionados	York Inverter YFKN48BZM REUH1	Capacidad de 12.000 frigorías, configuración redundante.	
UPS	Vertiv Liebert GXT5 10kVA	Capacidad de 10 kVA / 10 kW, montaje en rack de 19 pulgadas, con 6 x IEC 320 C13 y 2 x IEC 320 C19.	
Grupo eléctrico	Cummins C33D5	Capacidad de 30 kW, motor diésel confiable, sistema de control PowerCommand®, arranque automático y transferencia de carga.	
Cámaras de seguridad	Axis P1367	Resolución de hasta 4K, visión nocturna con iluminación IR, detección de movimiento, sistemas de gestión de video (VMS).	

Sistema de control de acceso	LenelS2 OnGuard	Lector de tarjetas, combinación de lector de tarjetas y teclado, lector de tarjetas y biométrico.	
------------------------------	-----------------	---	---







## Cantidad y destino de los racks

Se han planificado un total de cinco racks, distribuidos de la siguiente manera:

### Rack 1: Servidores y almacenamiento

- **Capacidad:** 42U
- **Contenido:** Servidores de desarrollo/test, dominio, base de datos, web y unidades de almacenamiento.
- **Carga estimada:** 7.5 kW

### Rack 2: Networking core

- **Capacidad:** 42U
- **Contenido:** Switches de core, switches de distribución, paneles de parcheo y ODF para fibra óptica.
- **Carga estimada:** 3 kW

### Rack 3: Comunicaciones

- **Capacidad:** 42U
- **Contenido:** Routers, switches de proveedores de servicios y firewalls.
- **Carga estimada:** 2.5 kW

### Rack 4: Sistemas de energía

- **Capacidad:** 42U
- **Contenido:** UPS, baterías y sistemas de distribución de energía.
- **Carga estimada:** No aplicable (genera calor mínimo).

## Rack 5: Expansión futura

- **Capacidad:** 42U
- **Contenido:** Reservado para crecimiento futuro.
- **Carga estimada:** 0 kW (inicialmente).

**Total de carga estimada:** 13 kW + margen de seguridad del 20% = 15.6 kW.

## Sistemas de refrigeración

El diseño y la implementación de un sistema de refrigeración eficiente son cruciales para el correcto funcionamiento y la longevidad de los equipos de un Data Center. En nuestro proyecto, hemos considerado una combinación de eficiencia, redundancia y facilidad de mantenimiento al seleccionar y disponer los sistemas de aire acondicionado (AA). El objetivo principal del sistema de refrigeración es mantener una temperatura constante y adecuada dentro del Data Center para asegurar el óptimo rendimiento y la seguridad de los equipos. La temperatura ideal debe estar entre 18°C y 27°C, con una humedad relativa entre 40% y 60%.

Cada rack en un Data Center contiene equipos que generan una cantidad significativa de calor. La carga térmica total generada por los cuatro racks se puede estimar considerando la potencia de los equipos instalados. Para alcanzar nuestros objetivos, hemos seleccionado dos unidades de aire acondicionado (AA) tipo split, adecuados para el control preciso de la temperatura en espacios cerrados, con una capacidad de 12.000 frigorías. La primera unidad se instala en la pared frontal del Data Center, centrada para proporcionar una distribución uniforme del aire frío hacia el área central de la sala, mientras que la segunda unidad se coloca en la pared trasera del Data Center, también centrada, para asegurar una cobertura uniforme y eficiente de la refrigeración en toda la sala.

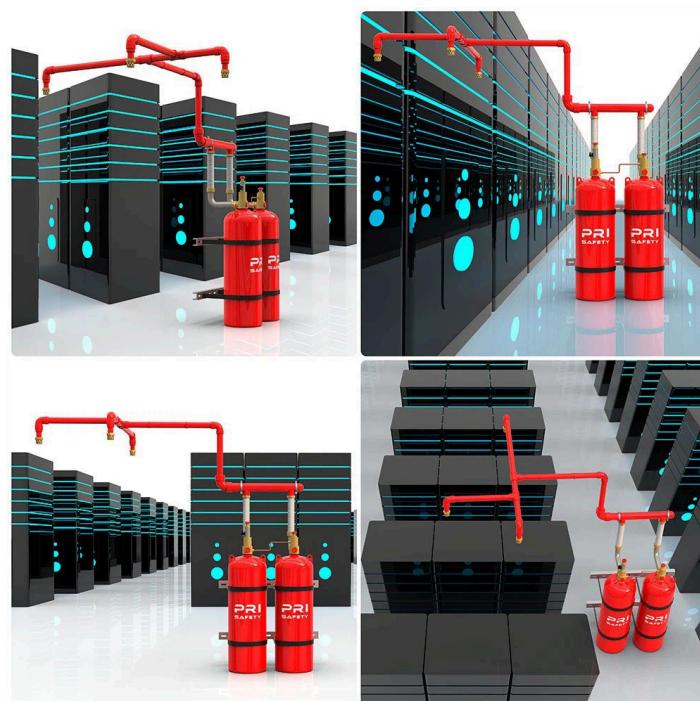
Los cuatro racks se ubican en el centro de la sala, alineados uno al lado del otro, permitiendo el flujo libre de aire entre ellos y hacia los sistemas de aire acondicionado. La disposición central facilita la circulación del aire frío alrededor de los racks, evitando puntos calientes y asegurando que todo el equipo se mantenga a una temperatura adecuada.

El aire frío se introduce desde las unidades de aire acondicionado y se distribuye uniformemente por toda la sala. La ubicación centrada de las unidades asegura que el aire frío alcance eficientemente cada rack y los equipos ubicados en ellos. El aire caliente generado por los equipos es expulsado hacia la parte superior de la sala, donde es captado y recirculado por las unidades de aire acondicionado. Este ciclo continuo mantiene la temperatura estable dentro del rango deseado. Este sistema de refrigeración trae consigo varios beneficios:

- **Eficiencia energética:** la capacidad de 12.000 frigorías por unidad de AA es adecuada para un espacio de 20 m<sup>2</sup>, garantizando una refrigeración efectiva sin un consumo excesivo de energía.
- **Redundancia:** la instalación de dos unidades de aire acondicionado proporciona redundancia. Si una unidad falla, la otra puede mantener la refrigeración adecuada, minimizando el riesgo de sobrecalentamiento y fallas en el equipo.
- **Distribución uniforme del aire:** la disposición centrada de las unidades de aire acondicionado asegura una distribución uniforme del aire frío, evitando puntos calientes y asegurando un enfriamiento consistente en toda la sala.
- **Facilidad de mantenimiento:** la ubicación de las unidades en paredes opuestas facilita el acceso para el mantenimiento regular y las reparaciones, asegurando un tiempo de inactividad mínimo y un funcionamiento continuo del Data Center.

## Sistemas de extinción de fuegos

Para proteger los equipos críticos y garantizar la continuidad del negocio, se implementará un sistema de extinción de incendios de última generación en el Data Center, específicamente el sistema FM-200. Este sistema utiliza FM-200, también conocido como heptafluoropropano, un agente limpio, incoloro y no conductor que se almacena en estado líquido y se descarga como gas. El FM-200 apaga el fuego rápidamente, en menos de 10 segundos, al eliminar el calor y al interrumpir la reacción química del proceso de combustión. Una de las principales ventajas del FM-200 es que no deja residuos, lo que lo hace ideal para entornos sensibles como los Data Centers, ya que es seguro para los equipos electrónicos y el personal.



El sistema de extinción FM-200 se integra con avanzados sistemas de detección de incendios para garantizar una respuesta rápida y precisa. Se utilizará un sistema de detección de humo por aspiración (VESDA) que puede detectar partículas de humo antes de que el fuego sea visible, junto con sensores de calor puntuales y detectores de humo fotoeléctricos. Estos sistemas permiten una detección temprana, esencial para minimizar el daño y asegurar la protección de los activos críticos.

La operación del sistema de extinción está gestionada por un panel de control centralizado, que proporciona monitoreo 24/7 y se integra con el sistema de gestión del edificio. Este panel permite tanto la activación automática en caso de detección de incendios como la activación manual si es necesario, ofreciendo una capa adicional de seguridad y control. Además, el sistema incluye señalización y alarmas para alertar al personal en caso de incendio, con sirenas audibles y luces estroboscópicas, así como señalización clara de evacuación.

Para calcular el volumen de agente extintor necesario, se consideró el volumen total del Data Center, que es de 60 m<sup>3</sup> (4 x 5 x 3 m). La concentración requerida del FM-200 es del 4.5%, lo que resulta en un volumen necesario de aproximadamente 2,7 m<sup>3</sup> de agente extintor. Los cilindros que almacenan el FM-200 estarán ubicados en un área accesible pero segura, preferiblemente fuera de la zona de los equipos, para minimizar cualquier riesgo de daño.

La implementación de este sistema de extinción no solo protegerá los equipos del Data Center sino que también garantizará la seguridad del personal y la continuidad operativa. Un plan de mantenimiento regular y la redundancia en el sistema asegurarán que siempre haya protección disponible en caso de falla de algún componente.

## Sistemas de seguridad

Para garantizar la integridad física y lógica del Data Center, se implementará una serie de medidas de seguridad avanzadas. El sistema de seguridad estará compuesto por varias capas que aseguran la protección tanto del acceso físico como de los datos.

### Control de acceso

Se implementará el sistema LenelS2 OnGuard, una plataforma de seguridad integrada líder en la industria. Este sistema proporciona:

- **Control de acceso biométrico:** utiliza lectores de huellas dactilares y reconocimiento facial para una autenticación precisa.
- **Tarjetas inteligentes:** para el personal autorizado, con diferentes niveles de acceso según el rol.

- **Gestión centralizada:** permite el monitoreo y control en tiempo real de todos los puntos de acceso.
- **Integración con otros sistemas:** como el sistema de videovigilancia.

El LenelS2 OnGuard se instalará en todas las entradas del Data Center y áreas críticas, incluyendo la entrada principal, el NOC (Network Operation Center), y las zonas de servidores.

## Videovigilancia

Se implementará un sistema de videovigilancia IP utilizando cámaras Axis P1367. Estas cámaras ofrecen:

- **Resolución 4K:** Proporcionan imágenes de alta calidad para una identificación precisa.
- **Tecnología Lightfinder:** Permiten una excelente calidad de imagen incluso en condiciones de poca luz.
- **WDR Forensic Capture:** Para capturar detalles en áreas con condiciones de iluminación difíciles.
- **Analítica de video incorporada:** Incluyendo detección de movimiento y alarma antimaneipulación.

Se instalarán un mínimo de seis cámaras Axis P1367 estratégicamente ubicadas para cubrir:

- Entradas y salidas del Data Center
- Pasillos entre racks
- Área de UPS y generadores
- NOC
- Perímetro exterior del Data Center

El sistema de videovigilancia se integrará con el LenelS2 OnGuard para una correlación de eventos y una respuesta más rápida ante incidentes.

## Monitoreo ambiental

Se implementará un sistema de monitoreo ambiental que incluirá:

- Sensores de temperatura y humedad
- Detectores de fugas de agua
- Sensores de partículas en el aire

Estos sensores se integrarán con el sistema LenelS2 OnGuard para generar alertas automáticas a través de SMS y correo electrónico si se detectan condiciones fuera de los rangos preestablecidos.

## Seguridad perimetral

- Las puertas de acceso estarán equipadas con cierres electromagnéticos controlados por el sistema LenelS2 OnGuard.
- Se utilizarán jaulas de seguridad para proteger los racks más críticos dentro del Data Center.

## **Seguridad lógica**

Implementación de firewalls de nueva generación y sistemas de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS).

- Segmentación de red mediante VLANs.
- Cifrado de datos tanto en reposo como en tránsito.

La integración de estos sistemas avanzados, particularmente el LenelS2 OnGuard y las cámaras Axis P1367, proporciona una solución de seguridad robusta y completa para el Data Center. Esta configuración no solo protege contra amenazas físicas y lógicas, sino que también permite una gestión eficiente y una respuesta rápida ante cualquier incidente de seguridad.

## **UPS y grupo electrógeno**

### **Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)**

Para garantizar un suministro eléctrico ininterrumpido y seguro, se ha seleccionado el modelo Vertiv Liebert GXT5 10kVA. Este sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de doble conversión online ofrece las siguientes características:

- Capacidad: 10 kVA / 10 kW
- Factor de potencia: 1.0
- Montaje: Diseñado para rack de 19 pulgadas, optimizando el espacio en el Data Center
- Distribución de energía: 6 conectores IEC 320 C13 y 2 IEC 320 C19
- Gestión: Pantalla LCD intuitiva y compatibilidad con tarjetas de red para monitoreo remoto
- Tiempo de autonomía: 10 minutos a plena carga (ampliable con módulos de baterías externos)
- Eficiencia: Hasta 95% en modo online, 98% en modo ECO

Para satisfacer la demanda total de 15.6 kW del Data Center y asegurar redundancia, se instalarán dos unidades en configuración paralelo redundante (2N), alcanzando una capacidad total de 20 kW. Esta configuración permite el mantenimiento de una unidad sin interrumpir el servicio, cumpliendo con los requisitos de Tier 2.

Se realizarán pruebas mensuales de baterías y mantenimiento preventivo semestral para asegurar la fiabilidad del sistema UPS.

## Grupo electrógeno

Como respaldo energético a largo plazo, se ha seleccionado el grupo electrógeno Cummins C33D5.

Este modelo ofrece:

- Capacidad: 30 kW / 37.5 kVA (factor de potencia 0.8)
- Motor: Cummins diésel de 4 cilindros, refrigerado por agua
- Sistema de control: PowerCommand® con pantalla digital LCD
- Características principales:
  - Arranque automático y transferencia de carga en < 10 segundos
  - Capacidad de sobrecarga del 110% durante 1 hora
  - Depósito de combustible integrado para 8 horas de autonomía a plena carga
  - Nivel de ruido: 68 dBA a 7 m
- Eficiencia: 35% a plena carga

El grupo electrógeno está dimensionado para soportar la carga total del Data Center, incluyendo sistemas de refrigeración y auxiliares, con un margen del 20% para futuro crecimiento. Es importante destacar que el grupo electrógeno se instalará fuera de las instalaciones principales del Data Center, en una estructura especialmente diseñada y aislada acústicamente. Esta ubicación exterior reduce significativamente el ruido dentro del Data Center y áreas de trabajo adyacentes.

Se realizarán pruebas mensuales de funcionamiento en carga y mantenimiento preventivo trimestral, incluyendo cambio de aceite y filtros, para asegurar la fiabilidad del sistema en caso de emergencia.

La integración entre el UPS y el grupo electrógeno se realiza mediante un tablero de transferencia automática, que asegura una transición suave entre las fuentes de energía sin interrupciones en el suministro.

Esta configuración de UPS y grupo electrógeno asegura un suministro de energía constante y seguro para todas las operaciones críticas del Data Center, cumpliendo con los requisitos de disponibilidad del Tier 2 y proporcionando la flexibilidad necesaria para futuras expansiones.

## Green Data Center

En el diseño del Data Center, ubicado en las instalaciones de Ionixx en Yerba Buena, se han incorporado diversas estrategias y tecnologías para minimizar el

impacto ambiental y maximizar la eficiencia energética, alineándose con las mejores prácticas de sostenibilidad. Estas medidas no solo reducen los costos operativos a largo plazo sino que también contribuyen a la responsabilidad corporativa. Considerando la ubicación específica, hay un potencial significativo para ampliar estas iniciativas y hacer el Data Center aún más sustentable y limpio.

**Implementación de energías renovables:** aprovechando el clima subtropical de Yerba Buena, con abundante luz solar, se podría aumentar la capacidad de los paneles solares. Además, se podría explorar la implementación de un sistema de biomasa, aprovechando los residuos agrícolas de la región, rica en producción de caña de azúcar y cítricos. También se podría considerar la compra de energía renovable a través de acuerdos con proveedores locales que utilicen fuentes como la hidroeléctrica, abundante en la provincia.

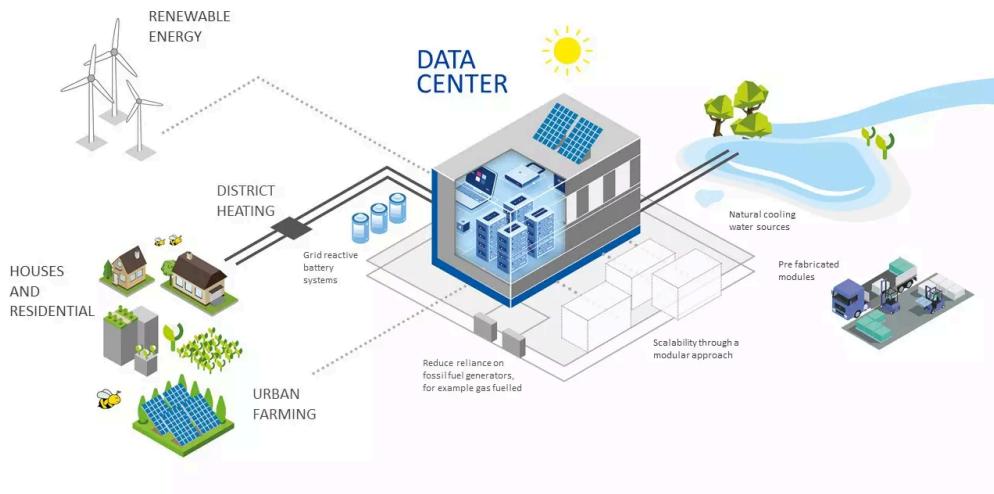
**Eficiencia energética en iluminación y equipos:** además de la iluminación LED y los equipos con certificación ENERGY STAR, se podría implementar un diseño arquitectónico que maximice la luz natural, considerando el clima local. Se podrían utilizar tecnologías de enfriamiento pasivo, aprovechando las noches más frescas de Yerba Buena para pre-enfriar el Data Center.

**Optimización de la gestión térmica:** dadas las altas temperaturas que puede alcanzar Tucumán, especialmente en verano, se podría implementar un sistema de enfriamiento geotérmico, aprovechando la temperatura más estable del subsuelo. Además, se podrían utilizar tecnologías de enfriamiento evaporativo, eficientes en climas secos como el de Tucumán durante gran parte del año.

**Virtualización y consolidación de servidores:** además de la virtualización, se podría implementar una estrategia de "edge computing" en colaboración con otras empresas tecnológicas de la región, como las del Polo Tecnológico de Tucumán, para distribuir la carga de procesamiento y reducir el consumo energético.

**Gestión de residuos y economía circular:** se podría implementar un programa integral de gestión de residuos electrónicos en colaboración con universidades locales como la Universidad Nacional de Tucumán y la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino, fomentando la investigación en reciclaje de componentes electrónicos. El calor residual del Data Center podría utilizarse para apoyar procesos industriales locales, como el secado de productos agrícolas.

**Certificaciones y estándares:** se podría aspirar a obtener la certificación **LEED**, siendo pioneros en la región en este tipo de certificación para Data Centers. También se podría buscar la certificación **ISO 50001**, estableciendo un ejemplo de gestión energética eficiente para otras empresas en Tucumán y el noroeste argentino.



## Sugerencias adicionales

### Cumplimiento de normativas para el Data Center

El Data Center diseñado debe cumplir con una serie de normativas internacionales, nacionales y locales para asegurar su operatividad, seguridad y eficiencia. A continuación, describimos las principales normativas que deben seguirse y cómo nuestro proyecto se ajusta a estas regulaciones de manera satisfactoria.

Para comenzar, seguimos las directrices establecidas por la norma internacional **TIA-942**, que estandariza el cableado estructurado y define el diseño y layout adecuado de los componentes del Data Center. Nuestra distribución de racks y espacios de trabajo está diseñada conforme a estos estándares, asegurando una infraestructura robusta y eficiente.

En términos de seguridad de la información, hemos adoptado la norma **ISO/IEC 27001**, que establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI). Nuestro proyecto incluye medidas para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos, mediante controles de acceso estrictos y sistemas de monitoreo continuo.

Para el control de temperatura y humedad, seguimos los estándares de **ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)**. Hemos instalado dos unidades de aire acondicionado ubicadas estratégicamente para mantener un ambiente óptimo para el hardware. Esto no sólo previene el sobrecalentamiento de los equipos, sino que también prolonga su vida útil y mejora su rendimiento.

En cuanto a las normativas nacionales, cumplimos con las especificaciones del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Para las instalaciones eléctricas, seguimos las normativas **IRAM 2181** y **IRAM 2107**, que garantizan la seguridad y eficiencia de los sistemas eléctricos. Además, hemos implementado un sistema de detección y extinción de incendios conforme a la norma **IRAM 3546**, utilizando gases limpios como FM-200 que no dañan los equipos electrónicos.

El cumplimiento con las regulaciones del **Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE)** es crucial. Por ello, nuestras instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir con los requisitos del ENRE, asegurando una distribución de energía confiable y segura. Esto incluye la implementación de sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) y generadores de respaldo (grupo electrógeno) para garantizar la continuidad operativa en caso de cortes de energía.

Además de cumplir con estas normativas, hemos implementado una serie de buenas prácticas que mejoran la seguridad y eficiencia del Data Center. El control de acceso está gestionado mediante sistemas avanzados que restringen la entrada solo a personal autorizado, y la videovigilancia continua asegura un monitoreo constante de las instalaciones. El cableado estructurado está meticulosamente etiquetado y organizado, con bandejas y conductos adecuados que facilitan el mantenimiento y previenen riesgos de incendio. También, nuestro plan de contingencia y recuperación ante desastres ha sido elaborado y probado rigurosamente para asegurar que, en caso de cualquier eventualidad, podamos mantener la operatividad y protección de los datos.

En conclusión, nuestro Data Center ha sido diseñado y construido siguiendo estrictamente todas las normativas internacionales, nacionales y locales. Esto garantiza que las instalaciones sean seguras, eficientes y confiables, proporcionando una infraestructura robusta que soporta la operación continua de los servicios IT de la empresa.

# Arquitectura de Computadores II

## Definición de requisitos

Servidor de desarrollo y testing

- **Carga esperada:** 100.000 accesos mensuales.
- **Base de datos de desarrollo / testing:** 50 GB, 300.000 transacciones mensuales.

Servidores de dominio

- **Carga esperada:** 1.000.000 accesos mensuales.

Servidor de base de datos

- **Base de datos de desarrollo / testing:** 50 GB, 300.000 transacciones mensuales.
- **Base de datos principal:** 70 GB, 3.000.000 transacciones mensuales.
- **Base de datos secundaria total:** 105 GB, 1.300.000 transacciones mensuales.
  - **Subdivisiones:**
    - **Secundaria 1:** 15 GB, 600.000 transacciones mensuales.
    - **Secundaria 2:** 30 GB, 300.000 transacciones mensuales.
    - **Secundaria 3:** 25 GB, 250.000 transacciones mensuales.
    - **Secundaria 4:** 35 GB, 150.000 transacciones mensuales.
- **Base de datos terciaria:** 40 GB, 2,5% crecimiento anual.

Servidor web

- **Carga esperada:** 2.000.000 accesos mensuales con picos estacionales del 50%.

Unidad de almacenamiento

- **Almacenamiento total:** Datos de todas las bases de datos y sistemas.

## Selección de componentes

### Servidor de desarrollo y testing

Para el servidor de desarrollo y testing, se optó por los siguientes componentes:

- **CPU:** Intel Xeon E5-2620 v4 (8 núcleos, 16 hilos, 2.1 GHz base, 3.0 GHz turbo). Este procesador ofrece un equilibrio entre rendimiento y costo. Con 8

núcleos y 16 hilos, es capaz de manejar múltiples hilos de ejecución simultáneamente, lo cual es crucial para entornos de desarrollo y pruebas que ejecutan compilaciones y pruebas automatizadas. La frecuencia base de 2.1 GHz y la capacidad de turbo hasta 3.0 GHz proporcionan suficiente potencia de procesamiento para las cargas esperadas.

- **RAM:** 32 GB DDR4 ECC. La memoria ECC (Error-Correcting Code) es esencial en entornos de desarrollo para prevenir errores de memoria y garantizar la integridad de los datos. 32 GB de RAM es adecuado para manejar múltiples entornos de desarrollo y pruebas simultáneamente, así como para ejecutar aplicaciones en contenedores.
- **Almacenamiento:** 1 TB SSD. Los SSD ofrecen tiempos de acceso y velocidades de lectura/escritura significativamente más rápidos que los discos duros tradicionales, lo cual es crítico para compilar código y realizar pruebas rápidamente. 1 TB de almacenamiento proporciona espacio suficiente para proyectos de desarrollo, bases de datos de prueba y almacenamiento de contenedores.
- **Sistema operativo:** Linux Ubuntu Server. Esta es una distribución de Linux ampliamente utilizada en entornos de desarrollo debido a su estabilidad, soporte de la comunidad y amplia compatibilidad con herramientas de desarrollo y CI/CD.

## Servidores de dominio

Para los servidores de dominio, se optó por los siguientes componentes:

- **CPU:** Intel Xeon E5-2630 v4 (10 núcleos, 20 hilos, 2.2 GHz base, 3.1 GHz turbo)
- **RAM:** 64 GB DDR4 ECC
- **Almacenamiento:** 1 TB SSD
- **Sistema operativo:** Linux Ubuntu Server

Esta configuración proporciona suficiente capacidad de procesamiento y memoria para manejar 1,000,000 accesos mensuales, y garantiza la redundancia al tener dos servidores de dominio. Se decidió optar por Linux en lugar de Windows Server 2019 por las siguientes razones:

- **Costos reducidos:** Linux es de código abierto y generalmente gratuito, lo que puede reducir significativamente los costos de licencia.
- **Flexibilidad y personalización:** Linux permite una mayor personalización y configuración del sistema según las necesidades específicas de la empresa.
- **Estabilidad y seguridad:** Linux es conocido por su estabilidad y seguridad, características importantes para la operación continua de un Data Center.

## Servidor de base de datos

- **CPU:** Intel Xeon E7-8890 v4 (24 núcleos, 48 hilos, 2.2 GHz base, 3.4 GHz turbo)
- **RAM:** 256 GB DDR4 ECC
- **Almacenamiento:** 4 TB NVMe SSD
- **Sistema operativo:** Linux CentOS

Este servidor tiene la capacidad de manejar grandes volúmenes de transacciones (4.600.000 transacciones mensuales) y un crecimiento de almacenamiento significativo gracias a su alta capacidad de RAM y almacenamiento NVMe.

## Servidor web

- **CPU:** Intel Xeon E5-2640 v4 (10 núcleos, 20 hilos, 2.4 GHz base, 3.4 GHz turbo)
- **RAM:** 64 GB DDR4 ECC
- **Almacenamiento:** 2 TB SSD
- **Sistema operativo:** Linux Ubuntu Server

Esta configuración soportará adecuadamente 2,000,000 de accesos mensuales, con capacidad para manejar picos estacionales del 50%.

## Unidad de almacenamiento

- **Modelo:** Dell EMC Unity XT 480F
- **Capacidad:** 50 TB SSD
- **Conectividad:** Fibre Channel, iSCSI

La unidad de almacenamiento propuesta ofrece alta capacidad y conectividad avanzada para soportar el almacenamiento de datos de todo el sistema, asegurando un acceso rápido y fiable.

## Ejecución de programas en procesadores múltiples

En el diseño del Data Center, se consideró la ejecución de programas sobre las bases de datos PRINCIPAL, SECUNDARIA y TERCIARIA. Se analizaron cuatro programas con diferentes tamaños de instrucciones:

- **Programa 1:** 50.000 instrucciones
- **Programa 2:** 100.000 instrucciones
- **Programa 3:** 500.000 instrucciones
- **Programa 4:** 1.000.000 de instrucciones

Para este análisis, se asumió una velocidad del procesador de 1 millón de instrucciones por segundo (1 MIPS), un incremento del 10% en el tiempo debido a la

comunicación entre procesadores, y un 20% adicional por el acceso a la unidad de almacenamiento.

El análisis mostró lo siguiente:

- **Programa 1:**
  - Tiempo de ejecución con un procesador: 0,06 segundos (incluyendo acceso al almacenamiento).
- **Programa 2:**
  - Tiempo con un procesador: 0,12 segundos.
  - Tiempo con dos procesadores: 0,132 segundos (debido a la sobrecarga de comunicación).
- **Programa 3:**
  - Tiempo con un procesador: 0,6 segundos.
  - Tiempo distribuido en cuatro procesadores: 0,66 segundos.
- **Programa 4:**
  - Tiempo con un procesador: 1,2 segundos.
  - Tiempo utilizando ocho procesadores: 1,32 segundos.

## Selección de procesadores

Con base en estos resultados:

- **Programas 1 y 2:** Es más eficiente utilizar un solo procesador, ya que la sobrecarga de comunicación no justifica la paralelización.
- **Programa 3:** Se recomienda el uso de cuatro procesadores.
- **Programa 4:** Se recomienda el uso de ocho procesadores. Aunque el tiempo total es ligeramente mayor, la distribución de la carga permite un mejor aprovechamiento de los recursos y potencial para operaciones simultáneas en las diferentes bases de datos.

## Comunicación entre procesadores

El impacto de la comunicación entre procesadores es crucial. Se estima un 10% de tiempo adicional al utilizar múltiples procesadores. Este factor es especialmente relevante en los programas más grandes, donde el beneficio de utilizar múltiples procesadores supera la sobrecarga de comunicación. La decisión de utilizar múltiples procesadores en estos casos se justifica por la complejidad del sistema de bases de datos y la necesidad de realizar accesos y operaciones simultáneas.

## Coherencia de caché

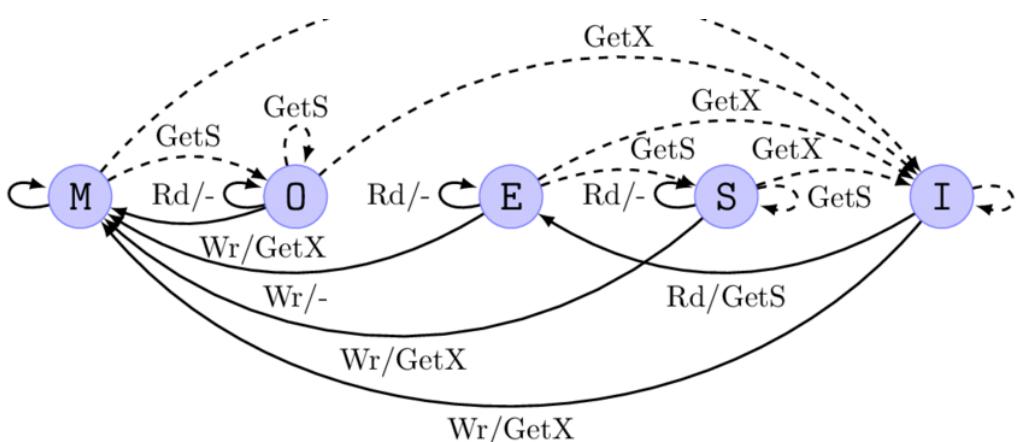
En el Data Center, la implementación del protocolo **MOESI (Modified, Owned, Exclusive, Shared, Invalid)** busca resolver problemas de coherencia de caché, particularmente en un escenario donde las bases de datos PRINCIPAL y

SECUNDARIA comparten un 85% de datos, y las bases PRINCIPAL y TERCIARIA un 70%. El protocolo MOESI es una extensión del protocolo MESI (Modified, Exclusive, Shared, Invalid), con la diferencia clave de añadir el estado Owned. Este estado adicional es crucial para optimizar el manejo de datos compartidos en un entorno como el de Ionixx Technologies.

Mientras que MESI maneja cuatro estados, MOESI introduce el estado Owned para situaciones donde un procesador tiene una copia modificada de los datos y es responsable de escribirlos en la memoria principal, permitiendo simultáneamente que otros procesadores tengan copias en estado Shared. Esta característica es particularmente beneficiosa en el escenario de Ionixx, donde el alto porcentaje de datos compartidos entre las bases de datos requiere una gestión eficiente de la coherencia de caché.

En el protocolo MESI, cuando los datos son modificados, deben ser actualizados inmediatamente en la memoria principal. En contraste, MOESI permite que un procesador mantenga datos modificados en estado Owned, retrasando la escritura en la memoria principal y permitiendo que otros procesadores accedan a estos datos directamente. Esto reduce significativamente el tráfico de memoria y mejora el rendimiento en situaciones de alta compartición de datos, como es el caso en Ionixx Technologies.

Ambos protocolos mantienen los estados Modified (datos modificados localmente), Exclusive (copia única en caché), Shared (múltiples copias en diferentes cachés) e Invalid (datos no válidos). Sin embargo, la adición del estado Owned en MOESI proporciona una mayor flexibilidad y eficiencia en el manejo de datos compartidos y modificados, lo cual es especialmente relevante dada la estructura de las bases de datos de Ionixx.



## Implementación en nuestro sistema

La implementación de MOESI en el sistema se ha diseñado para aprovechar sus ventajas específicas. En las operaciones de lectura de datos, cuando un procesador lee datos de una base (por ejemplo, PRINCIPAL), primero verifica su caché local. Si los datos no están en la caché o están en estado Invalid, se solicitan a la memoria principal o a otro procesador que tenga los datos en estado Modified u Owned. Si otro procesador tiene los datos en estos estados, los proporciona directamente, mejorando el rendimiento.

Para las escrituras de datos, cuando un procesador necesita modificar información (por ejemplo, actualizar un registro en la base SECUNDARIA), el proceso varía según el estado actual de los datos en su caché. Si tiene los datos en estado Exclusive o Modified, realiza la escritura directamente. Si los datos están en estado Shared, cambia a Owned y notifica a otros procesadores para que cambien a Shared. Si no tiene los datos, los solicita y luego sigue los pasos anteriores.

El manejo de datos compartidos es particularmente eficiente con MOESI. Para los datos compartidos entre PRINCIPAL y SECUNDARIA (85%), el estado Owned es crucial, ya que permite que un procesador tenga la versión más reciente sin invalidar las copias en otros procesadores, reduciendo el tráfico de coherencia. Esto es especialmente útil dado el alto volumen de transacciones (por ejemplo, 3.000.000 mensuales en la base PRINCIPAL), ya que el estado Owned permite múltiples lecturas sin invalidaciones constantes.

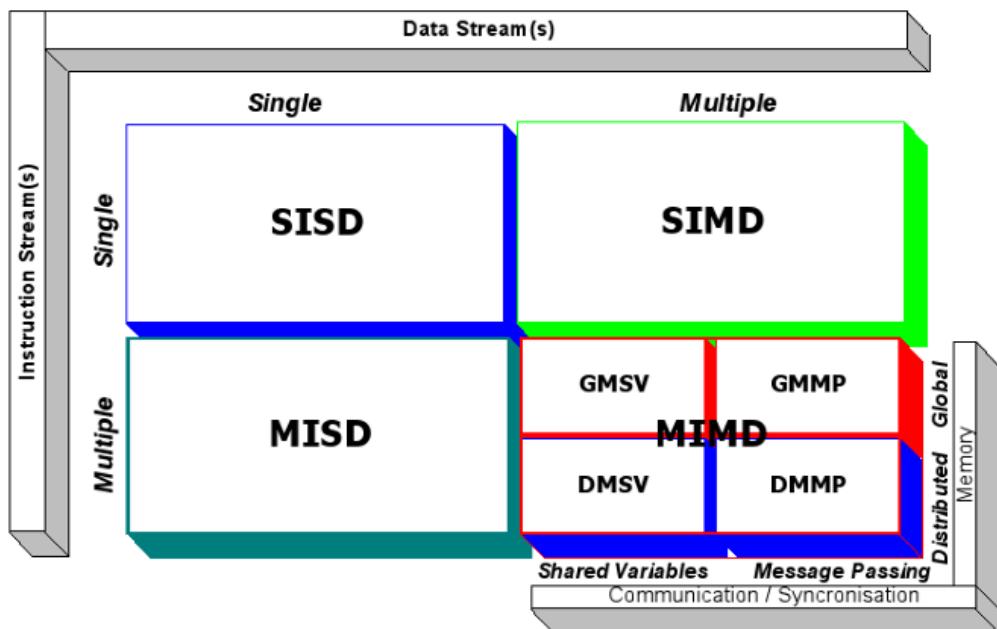
La propagación de actualizaciones también se optimiza. Cuando se actualiza un dato en estado Owned, solo se necesita notificar a los procesadores con copias en estado Shared, sin necesidad de escribir inmediatamente en la memoria principal. Esto, junto con la capacidad de MOESI para permitir transferencias directas entre cachés, reduce significativamente el acceso a la memoria principal, mejorando el rendimiento especialmente considerando el 20% adicional de tiempo para acceso a la unidad de almacenamiento.

Además, MOESI facilita el manejo de coherencia en programas paralelos, como los programas más grandes (3 y 4) que se ejecutan en múltiples procesadores, permitiendo una compartición eficiente de datos entre los procesadores que trabajan en diferentes partes de las bases de datos.

El protocolo MOESI es particularmente beneficioso en este sistema debido a la alta interconexión entre las bases de datos y la necesidad de procesamiento paralelo eficiente. Permite un manejo más granular de los estados de los datos en caché, reduciendo el tráfico de coherencia y optimizando el rendimiento en escenarios de lectura y escritura frecuentes, característicos de sistemas de bases de datos como el descrito.

## Taxonomía de Flynn

El sistema solicitado para el Data Center se clasifica principalmente como **MIMD** (**M**ultiple **I**nstruction, **M**ultiple **D**ata) en la Taxonomía de Flynn. Esta clasificación se basa en las características y requisitos específicos del sistema, que demuestran la necesidad de ejecutar múltiples instrucciones sobre múltiples conjuntos de datos de forma simultánea e independiente.



La arquitectura MIMD se evidencia en varios aspectos del sistema. En primer lugar, la presencia de múltiples unidades de procesamiento, incluyendo varios servidores para desarrollo/tests, dominio, base de datos y web, permite la ejecución simultánea de diferentes instrucciones en distintos conjuntos de datos. Esta capacidad es crucial para manejar las diversas cargas de trabajo del Data Center de manera eficiente.

El procesamiento de bases de datos distribuidas es otro factor clave que justifica la clasificación MIMD. El sistema maneja múltiples bases de datos (DESARROLLO/TESTS, PRINCIPAL, SECUNDARIA, TERCIARIA) que pueden ser accedidas y modificadas concurrentemente, lo que implica la ejecución de diferentes instrucciones sobre diferentes conjuntos de datos al mismo tiempo.

Además, el paralelismo en la ejecución de programas, especialmente en los programas más grandes que se ejecutan en múltiples procesadores, refuerza la naturaleza MIMD del sistema. Esto permite que diferentes partes de estos programas se ejecuten simultáneamente en diferentes conjuntos de datos, mejorando significativamente el rendimiento y la eficiencia.

La configuración de los servidores de dominio, con un mínimo de dos, también se alinea con la arquitectura MIMD. Estos servidores probablemente ejecutan instrucciones similares pero en diferentes conjuntos de datos, lo que permite balancear la carga y proporcionar redundancia, características esenciales para la confiabilidad del sistema.

El servidor web, que maneja 2.000.000 de accesos mensuales con picos estacionales, requiere un enfoque de procesamiento paralelo típico de MIMD. Múltiples instancias del servidor web pueden manejar diferentes solicitudes simultáneamente, distribuyendo la carga y mejorando la capacidad de respuesta del sistema.

En conclusión, la clasificación del sistema como MIMD en la Taxonomía de Flynn se justifica por su capacidad para ejecutar múltiples instrucciones en múltiples conjuntos de datos de forma simultánea e independiente. Esta arquitectura proporciona la flexibilidad y el rendimiento necesarios para manejar las diversas y complejas tareas requeridas por el Data Center, desde el procesamiento de bases de datos distribuidas hasta el manejo de cargas web variables y la ejecución de programas en paralelo. La arquitectura MIMD permite al sistema adaptarse a las demandas cambiantes y escalar eficientemente según sea necesario, lo que es esencial para un entorno de Data Center moderno y dinámico.

## Sugerencias adicionales

### Monitoreo y gestión

- Implementar herramientas de monitoreo y gestión como Nagios, Zabbix, o Prometheus para un seguimiento continuo del rendimiento del Data Center. Estas herramientas permiten la detección temprana de problemas y una respuesta rápida ante incidencias.
- Utilizar sistemas de gestión de infraestructura de Data Center (DCIM) para una supervisión integral de la infraestructura física y virtual.

### Seguridad

- Configurar firewalls avanzados y sistemas de detección y prevención de intrusos (IDS/IPS) para proteger la red y los datos del Data Center.
- Implementar políticas de acceso robustas, incluyendo autenticación multifactor (MFA) y control de acceso basado en roles (RBAC) para asegurar que sólo el personal autorizado tenga acceso a áreas críticas.

## Mantenimiento y actualización

- Establecer un plan de mantenimiento regular para todos los sistemas críticos, incluyendo pruebas periódicas de los sistemas de respaldo de energía y refrigeración.
- Planificar actualizaciones tecnológicas regulares para mantener el Data Center al día con las últimas innovaciones y mejoras de seguridad.

## Optimización de recursos

- Utilizar soluciones de virtualización y contenedores (como VMware, Docker, Kubernetes) para optimizar el uso de recursos y mejorar la flexibilidad del Data Center.
- Evaluar y adoptar tecnologías emergentes que puedan ofrecer mejoras significativas en eficiencia y rendimiento.

## Conclusiones

En conclusión, el diseño y planificación del Data Center para Ionixx Technologies ha sido un proceso integral que abarca desde la selección de componentes hasta la implementación de sistemas de soporte y seguridad. Los principales logros incluyen:

- **Alta disponibilidad:** la implementación de sistemas redundantes y de alta eficiencia ha garantizado un tiempo de actividad del 99.741%, cumpliendo con los estándares de Tier 2.
- **Seguridad robusta:** la incorporación de sistemas avanzados de control de acceso, videovigilancia y detección de incendios ha fortalecido significativamente la seguridad del Data Center.
- **Eficiencia energética:** el uso de tecnologías de refrigeración eficiente ha permitido optimizar el consumo energético, alineándose con las mejores prácticas de sostenibilidad.
- **Escalabilidad:** el diseño modular y la capacidad de expansión futura aseguran que el Data Center pueda adaptarse a las necesidades crecientes de la empresa sin interrupciones significativas.

Este proyecto no sólo ha proporcionado una infraestructura tecnológica robusta y eficiente para Ionixx Technologies, sino que también ha sentado las bases para futuras mejoras y expansiones, garantizando así su competitividad en el mercado.