14 de febrero de 2020.
**Dictamen C.I. 05/2020**

**DICTAMEN**
**QUE PRESENTA LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN Y DISEÑO**

## ANTECEDENTES

I. El Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño, en la sesión 10.19, celebrada el 16 de julio de 2019, integró esta Comisión en los términos señalados en el artículo 55 de Reglamento Interno de los Órganos Colegiados Académicos.

II. El Consejo Divisional designó para esta Comisión a los siguientes integrantes:

a) Órganos personales:
- ✓ Dr. Jesús Octavio Elizondo Martínez, Jefe del Departamento de Ciencias de la Comunicación;
- ✓ Mtro. Alejandro Rodea Chávez, Encargado del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño;
- ✓ Dr. Carlos Joel Rivero Moreno, Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información.

b) Representantes propietarios:
- Personal académico:
  - ✓ Dr. André Moise Dorcé Ramos, Departamento de Ciencias de la Comunicación;
  - ✓ Dra. Deyanira Bedolla Pereda, Departamento de Teoría y Procesos del Diseño.
  - ✓ Dr. Tiburcio Moreno Olivos, Departamento de Tecnologías de la Información.



## CONSIDERACIONES

I. La Comisión recibió, para análisis y discusión, el proyecto de investigación denominado ***"Almacenamiento seguro de información en redes P2P usando técnicas de codificación de red y dispersión de información"*** presentado por el Dr. Francisco de Asís López Fuentes.

II. La Comisión de Investigación sesionó el 14 de febrero de 2020, fecha en la que concluyó su trabajo de análisis y evaluación de la propuesta, con el presente Dictamen.

III. La Comisión tomó en consideración los siguientes elementos:

- *"Lineamientos para la creación de grupos de investigación y la presentación, seguimiento y evaluación de proyectos de investigación"* aprobados en la Sesión 06.16 del Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño, celebrada el 6 de junio de 2016, mediante al acuerdo DCCD.CD.15.06.16.
- Relevancia para la división.
- Congruencia global.
- Metas-Recursos.
- Evaluación general.

IV. **Objetivo general:**

Estudiar cómo técnicas de codificación de red y dispersión de información asociadas a mecanismos de seguridad impacta en el almacenamiento distribuido en redes peer-to-peer.



V. **Objetivos específicos:**

- Estudiar las ventajas y desventajas de las redes P2P estructuradas y no estructuradas para construir sistemas de almacenamiento distribuido.
- Analizar diferentes estrategias de fragmentación que puedan integrar esquemas de codificación de red y dispersión de información para la distribución de archivos basado en la información disponible de los nodos.
- Desarrollar y evaluar un esquema de seguridad que permita cifrar datos de extremo a extremo considerando codificación de red y dispersión de información.
- Evaluar y confrontar resultados obtenidos en las diferentes etapas con respecto a tolerancia a fallos, disponibilidad y privacidad del sistema.
- Reportar los resultados obtenidos.

VI. **Resultados entregables:**

- 3 publicaciones de artículos de investigación, dos en congresos y otro en revista.

- 1 software de simulación resultante del proyecto.
- 1 reporte técnico
- Formación de recursos humanos en estas nuevas tecnologías a través de:
  Proyectos terminales o tesis de licenciatura (1 o 2 alumnos).
  Servicios sociales (1 o 2 alumnos).

VII. Los **participantes** son:

Dr. Francisco de Asís López Fuentes, Depto. de TI DCCD **(Responsable).**
Dr. Ricardo Marcelín Jiménez, UAM Iztapalapa (Participante).
Alumnos UAM Cuajimalpa, Iztapalapa o externos (Participantes).

VIII. La **duración** del proyecto será de 3 años a partir de la aprobación en Consejo Divisional.

IX. La evaluación de los resultados de investigación se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos vigentes.



**DICTAMEN**

**ÚNICO:**

Se recomienda al Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño, aprobar el proyecto de investigación denominado ***"Almacenamiento seguro de información en redes P2P usando técnicas de codificación de red y dispersión de información"*** presentado por el Dr. Francisco de Asís López Fuentes.

La **duración** del proyecto será del 28 de febrero de 2020 al 27 de febrero de 2023, con base en los lineamientos vigentes que establecen una duración máxima de tres años, con opción a solicitar prórroga.

La aprobación de los recursos necesarios para el desarrollo de su investigación dependerá de los criterios y disponibilidad de su departamento.

**VOTOS:**

| Integrantes | Sentido de los votos |
|---|---|
| Dr. Jesús Octavio Elizondo Martínez | A favor |
| Mtro. Alejandro Rodea Chávez | A favor |
| Dr. Carlos Joel Rivero Moreno | A favor |
| Dr. André Moise Dorcé Ramos | A favor |
| Dra. Deyanira Bedolla Pereda | A favor |
| Dr. Tiburcio Moreno Olivos | ------ |
| **Total de los votos** | **5 votos a favor** |

**Coordinadora**



**Dra. Gloria Angélica Martínez De la Peña**
Secretaria del Consejo Divisional de
Ciencias de la Comunicación y Diseño

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

Oficina Técnica del
Consejo Divisional

HOJA DE FIRMAS DEL DICTAMEN C.I. 05/2020 DE FECHA 14 DE FEBRERO DE 2020 QUE EMITE LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA DCCD.

ACUSE

Casa abierta al tiempo
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**
Unidad Cuajimalpa

*Comunidad académica comprometida con el desarrollo humano de la sociedad.*

DCCD.DTI.010.20
Febrero 12, 2020

**Dr. Octavio Mercado González**
Presidente del Consejo Divisional
División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Presente

**ASUNTO:** Envío de Documentación del proyecto denominado "Almacenamiento seguro de información en redes P2P usando técnicas de codificación de red y dispersión de información"

*Estimado Dr. Mercado:*

Por este conducto me permito hacerle llegar la documentación del proyecto de investigación denominado "Almacenamiento seguro de información en redes P2P usando técnicas de codificación de red y dispersión de información, que presenta el Dr. Francisco de Asís López Fuentes, a efecto de que sea sometido para su evaluación y registro ante Consejo Divisional.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración o comentario.

**Atentamente,**

Casa abierta al tiempo

**Dr. Carlos Joel Rivero Moreno**
Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa
13 FEB 2020
SORIA 20Ricm
Dirección 9:40
División de Ciencias de la Comunicación y Diseño

Anexo: Lo indicado

c.c.p.: Dra. Gloria Angélica Martínez de la Peña – Secretaria Académica DCCD

*CJRM*pfc*

División Ciencias de la Comunicación y Diseño

Unidad Cuajimalpa
DCCD | Jefatura del Departamento de Tecnologías de la Información
Torre III, 5to. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871,
Colonia Santa Fe Cuajimalpa. Delegación Cuajimalpa de Morelos,
Tel. +52 (55) 5814-6557, C.P. 05348, México, D.F.
http://dccd.cua.uam.mx

# PROYECTO DE INVESTIGACION

## Nombre del Proyecto: *Almacenamiento seguro de información en redes P2P usando técnicas de codificación de red y dispersión de información.*

**Proponente:** Dr. Francisco de Asís López Fuentes
**Adscripción:** Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Cuajimalpa

## Resumen

Actualmente millones de personas en el mundo intercambian información principalmente del tipo multimedia como son videos, fotos y música. Este fenómeno social ha tenido un alto impacto en los actuales sistemas de cómputo ya que demanda infraestructuras de red y almacenamiento que sean robustas y confiables. El presente proyecto investiga diferentes estrategias para mejorar el almacenamiento y replicación de información en redes peer-to-peer. El objetivo es estudiar técnicas de codificación de red y de dispersión de información asociados a mecanismos de seguridad que impactan en el almacenamiento distribuido en redes peer-to-peer.

## Introducción

En años recientes, el gran avance que se ha logrado en la capacidad de las redes de comunicación ha permito el desarrollo de nuevas aplicaciones distribuidas o aplicaciones de comunicación soportadas por la red. Esto ha propiciado un significativo crecimiento en el volumen de datos que actualmente se generan. Por ejemplo, en el año 2015 [1] los usuarios de Facebook compartían 2.5 millones de archivos por minuto, los usuarios de Instagram subían 220,000 fotos por minuto, usuarios de YouTube subían cada minuto 72 horas de nuevos videos, y se enviaban 200 millones correos electrónicos cada minuto. Además, Google analizó 20 petabytes de datos cada día. Por tal razón, el estudio sobre sistemas de almacenamiento distribuido ha atraído una atención considerable tanto en la academia como en la industria. El almacenamiento de datos se está convirtiendo en una parte importante de los sistemas de comunicación y, a la inversa, la comunicación entre las unidades de almacenamiento desempeña un papel importante en el rendimiento de los sistemas de almacenamiento. Un factor determinante dentro de este contexto es el espectacular crecimiento de la popularidad de los sistemas peer-to-peer (P2P) principalmente para compartir archivos digitales de música o video. Se estima que más de la mitad del ancho de banda de Internet es consumido por aplicaciones basados en tecnología P2P. Diversas aplicaciones P2P han sido desarrolladas como televisión P2P, telefonía P2P, o aplicaciones distribuidas para compartir ciclos del procesador. Las redes P2P también conocidas como redes de superposición hacen uso de recursos distribuidos (capacidad de almacenamiento, ancho de banda, ciclos de CPU, aplicaciones o contenidos) que se encuentran disponibles en máquinas con acceso a Internet creando redes virtuales.

Las redes P2P han emergido como una prometedora solución para el almacenamiento distribuido. Un repositorio distribuido basado en redes P2P es mucho más barato y fácil de gestionar que un almacenamiento centralizado en un gran servidor. Las arquitecturas centralizadas presentan diversas limitaciones relacionadas al rendimiento, la escalabilidad, la dependencia y poca tolerancia a fallas, lo cual impacta negativamente en la confiabilidad de un servicio de almacenamiento. Por el contrario, en un enfoque distribuido cada computadora puede ser un servidor lo que permite tener una mayor flexibilidad y tolerancia fallos en el sistema. Una red P2P es una red virtual montada sobre la infraestructura existente de Internet. Los nodos participantes colaboran con parte de sus recursos lo que le permite flexibilidad para adecuarse a los requerimientos de cada aplicación específica. Los recursos que poseen los nodos pueden ser clasificados como de procesamiento, de almacenamiento y de transmisión. En una red P2P los nodos participantes se comportan igual y pueden actuar como cliente o servidores al mismo tiempo. No obstante, los nodos pueden diferir en configuración local, velocidad de proceso, ancho de banda y capacidad de almacenamiento, lo cual permite a un sistema ofrecer una mayor escalabilidad y tolerancia a fallas.

Por otro lado, la replicación permite mantener diversas copias del mismo dato en diferentes sitios [7]. La replicación es una solución que permite incrementar de manera efectiva la disponibilidad de los datos, logra el equilibrio en el balanceo de carga y mejora el desempeño de un sistema distribuido como son las redes P2P [8]. Sin embargo, el costo de replicar archivos completos en una sola operación puede ser engorroso tanto en espacio como en tiempo, particularmente para sistemas que admiten aplicaciones con objetos grandes (por ejemplo, audio, video, distribución de software) [5].

Asimismo, en los sistemas de almacenamiento distribuido, la redundancia debe renovarse continuamente a medida que los nodos fallan o abandonan el sistema, lo que implica transferir grandes cantidades de datos a través de la red, lo cual puede complicar la operación del sistema [4]. Al mismo tiempo, la velocidad del BigData desde nuevas fuentes como el Internet de las Cosas (IoT), los negocios inteligentes y las redes sociales requiere que los sistemas de almacenamiento puedan escalar rápidamente, lo que es difícil de lograr con los sistemas de almacenamiento tradicionales [3].

El almacenamiento distribuido en redes P2P recientemente ha cobrado un renovado interés con el surgimiento de las tecnologías blockchain. Este proyecto pretende explorar los beneficios de integrar técnicas de codificación de datos con mecanismos de reputación y seguridad en el desarrollo de nuevos esquemas de almacenamiento/replicación en redes P2P, donde se consideren algunas características fundamentales de estas redes como son fragmentación, distribución de tareas, cifrado, dinamismo, compartición recursos.

## Grupo de trabajo

Dr. Francisco de Asís López Fuentes (FALF) – UAM Cuajimalpa - Responsable
Dr. Ricardo Marcelín Jiménez (RMJ) – UAM Iztapalapa
Estudiantes (E1, E2, E3) – UAM Cuajimalpa, UAM Iztapalapa o externos

## Descripción de la Propuesta

El almacenamiento de información es vital en una sociedad digital. Para aumentar la fiabilidad, los sistemas necesitan almacenar datos redundantes en los nodos de almacenamiento. Este proyecto busca integrar técnicas de codificación de red con algoritmo de dispersión de la información [] y seguridad a las redes de peer-to-peer (P2P) para construir sistemas de almacenamiento distribuido confiables. La propuesta incluye diferentes etapas. La primera etapa del proyecto debe valorar las infraestructuras P2P desde su enfoque de arquitectura: estructurada [8] o no estructurada [2]. Posteriormente se vería la etapa relacionada al almacenamiento distribuido del dato. La infraestructura distribuida de la red P2P elimina el hecho de tener un único punto de falla, y cuando el sistema requiera más disponibilidad de almacenamiento, la red P2P puede escalar agregando más peers al sistema. La confiabilidad del sistema se puede alcanzar con la redundancia (replicación) de datos en diversos peers del sistema. La replicación es uno de los principales mecanismos utilizados en los datos distribuidos mediante el cual se generan y almacenan copias idénticas de los datos en varios sitios distribuidos para mejorar el rendimiento del acceso a los datos, la disponibilidad de los datos y la tolerancia a fallas. Sin embargo, la replicación tiene costos significativos asociados al almacenamiento. El uso de códigos de borrado [20] en un sistema de almacenamiento permite que los nodos de alojen colectivamente varias copias de un archivo, es decir, cada nodo aloja una parte de un archivo en lugar de una copia completa de un archivo o una parte específica de un archivo, lo que resulta en una más rápida recuperación de archivos y mejor equilibrio de carga [15]. En esta etapa del proyecto se tiene que valorar el tamaño del dato almacenar y si este dato requiere ser fragmentado. La seguridad es esencial para la confidencialidad de los datos en los sistemas de almacenamiento distribuidos. La seguridad se ha convertido en una importante cuestión en las aplicaciones distribuidas y en general se implementa como cifrado de extremo a extremo. Sin embargo, los sistemas de archivo actuales todavía presentan diversas limitaciones en aspectos de seguridad y privacidad. En esta etapa se estudiarán diferentes esquemas de seguridad que puedan adecuarse al sistema P2P de almacenamiento distribuido, así como en donde aplicar técnicas de codificación de red y dispersión de información.

## Trabajos relacionados

La comunidad científica encontró en las primeras redes de área local una manera para compartir y almacenar archivos, lo cual derivo en los primeros sistemas archivos de red conocidos como NSF (network file system) y ASF (Andrew File System). Con el advenimiento de las redes P2P, diferentes propuestas de sistemas de almacenamiento distribuido pueden encontrarse en la literatura [16]. Un esquema de replicación para sistema de almacenamiento distribuido es propuesto por Awang en [7]. Esta propuesta argumenta que una combinación de popularidad y afinidad de archivos son los parámetros más importantes que se pueden utilizar en la toma de decisiones al tiempo que se mejora el rendimiento del acceso a los datos y la disponibilidad de datos en entornos distribuidos. Se propone un mecanismo de colocación de réplica llamado Mecanismo de ubicación de réplica de afinidad (ARPM), centrándose en archivos populares y archivos de afinidad. La idea de ARPM es mejorar la disponibilidad de los datos y la accesibilidad en la estrategia de

ubicación de replicación P2P. Finalmente los autores en [18] evalúan una arquitectura alternativa para almacenamiento de datos en redes distribuidas llamada RAIN. Esta arquitectura toma la privacidad por diseño, es de código abierto, es más segura, es escalable, es más sostenible, es de propiedad comunitaria, económica y potencialmente más rápida, más eficiente y confiable. RAIN es propuesto como una arquitectura que podría formar parte de la columna vertebral de Internet de las cosas. Con el surgimiento de la tecnología blockchain, el almacenamiento en redes P2P han recibido un renovado interés. En [6] es propuesto un nuevo sistema de nombre y almacenamiento basado en blockchain llamado Blockstack. Blockchains como Bitcoin y Namecoin y sus respectivas redes P2P han visto una adopción significativa en los últimos años y son prometedores como sistemas de nombres sin partes confiables. Los usuarios pueden registrar nombres significativos de personas y asociar datos de forma segura con ellos, y solo el propietario de las claves privadas particulares que los registraron puede escribir o actualizar el par nombre-valor. Otro ejemplo basado en Blockchain es Storj [9], la cual es una nube descentralizada comparable con Dropbox [21] o Google Drive [22], pero con la gran diferencia de que los archivos no están almacenados en los grandes centros de datos de estas empresas, sino que StorJ almacena los archivos en una gran red de nodos creados por los propios usuarios ya sea en servidores o directamente en la computadora. Los archivos primero se cifran y luego se almacenan en los distintos nodos alrededor del mundo. En caso de que algún nodo se apague se copiara desde algún nodo activo los archivos a un nuevo nodo.

## Trabajos relacionados de los proponentes

Diversos trabajos que involucran redes P2P, almacenamiento, reputación y codificación de red han sido realizados por los integrantes de este proyecto. En [11] los autores presentan un esquema de colaboración para la distribución de contenido multimedia. La infraestructura P2P para servicios multimedia es fundamentales porque los contenidos multimedia tienen un consumo importante de recursos en las redes de comunicación. Los esquemas de múltiples fuentes son una solución práctica cuando se generan o almacenan diferentes partes de un contenido multimedia en dos o más sitios. La evaluación muestra que los peers comparten la capacidad de almacenamiento, los contenidos y la capacidad de ancho de banda, mientras que el servidor se libera de esta carga de trabajo. Un mecanismo colaborativo basado en reputación para servicios de almacenamiento es propuesto en [12]. El mecanismo propuesto es implementado en una red P2P, la cual es usada como una infraestructura alternativa para desplegar los servicios de almacenamiento. La solución integra un mecanismo de almacenamiento calificado basado en índice de confiabilidad. Todos los peers colaboran para construir la reputación individual de cada peer en este sistema. En López-Fuentes [13] se hace una revisión de la técnica de codificación de red y sus aplicaciones. El autor se enfoca principalmente en explicar el modelo, las áreas de aplicación y los beneficios obtenidos al usar esta técnica. Mientras en [10] los autores presentan una implementación práctica de la codificación de red usando operaciones XOR en un escenario de múltiples fuentes basado en infraestructuras P2P. El esquema de múltiples fuentes difunde contenidos multimedia desde múltiples fuentes a múltiples peers solicitantes. Inicialmente, las fuentes distribuyen el contenido original a un peer intermedio, donde se aplica la codificación de red. Después, el nodo intermedio envía el contenido codificado a los peers solicitantes. El contenido original

se recupera en cada peer solicitante utilizando la operación XOR para decodificar los paquetes codificados. López-Fuentes en [14] propone una arquitectura para distribución de video en redes P2P combinando codificación de video escalable y técnicas de seguridad. En este esquema la codificación de video escalable permite distribuir videos de diferente calidad a peers solicitantes con diferentes características de ancho de banda o cuando las características de la red varían en el tiempo. En nuestro caso, combinamos esta técnica con la autenticación y el cifrado para ofrecer protección del video. En [17] los autores introducen un conjunto de componentes basados en la nube denominado FedIDS que incluye una arquitectura federada en la nube (Fed) y un servicio de entrega de imágenes satelitales (IDS). Fed es un servicio de gestión de federación que permite a las organizaciones construir plataformas geoespaciales confiables, mientras que IDS es un IDS basado en la nube con el que los usuarios de la plataforma pueden garantizar la disponibilidad, integridad y confidencialidad de sus productos en escenarios colaborativos.

## Hipótesis

El almacenamiento distribuido de información en redes peer-to-peer puede incrementar su potencial y confidencialidad si se combinan técnicas de codificación de red, dispersión de información y mecanismos de seguridad. El almacenamiento distribuido consume ancho de banda para transmitir fragmentos de un archivo localizado en diferentes lugares y reconstruirlos en un sitio, al usar codificación de red se puede usar de una forma óptima la capacidad de la red. Finalmente, un esquema de protección local de sus propios datos puede aumentar la privacidad y seguridad en sus propietarios.

## Objetivo general

Estudiar cómo técnicas de codificación de red y dispersión de información asociadas a mecanismos de seguridad impacta en el almacenamiento distribuido en redes peer-to-peer.

## Objetivos particulares

1. Estudiar las ventajas y desventajas de las redes P2P estructuradas y no estructuradas para construir sistemas de almacenamiento distribuido.
2. Analizar diferentes estrategias de fragmentación que puedan integrar esquemas de codificación de red y dispersión de información para la distribución de archivos basado en la información disponible de los nodos.
3. Desarrollar y evaluar un esquema de seguridad que permita cifrar datos de extremo a extremo considerando codificación de red y dispersión de información.
4. Evaluar y confrontar resultados obtenidos en las diferentes etapas con respecto a tolerancia a fallos, disponibilidad y privacidad del sistema.
5. Reportar los resultados obtenidos.

## Metas

1. Generación de conocimiento. Nuevos algoritmos y esquemas de almacenamiento distribuido en redes P2P.
2. Difusión del conocimiento a través de publicaciones científicas se espera que se tengan en este proyecto al menos tres publicaciones arbitradas, dos en conferencia y una en revista.
3. Formación de recursos humanos. Para alcanzar esta meta se procura involucrar alumnos de la licenciatura en Tecnología y Sistemas de Información por medio de servicio social o proyectos terminales. También podrían participar alumnos del posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información para desarrollar su tesis de maestría.
4. Vinculación con otros centros de investigación en el país interesados en el tema por medio de talleres o seminarios conjuntos.

## Metodología Científica y Actividades

Los retos relacionados al almacenamiento distribuido de la información en redes peer-to-peer pueden ser abordados desde diferentes enfoques. Se propone en este proyecto realizar las actividades de investigación en cinco etapas.

***Primera Etapa: Arquitecturas P2P***
Estudiar las ventajas y desventajas de las arquitecturas estructuradas y no estructuradas de las redes P2P. Evaluar un par de arquitecturas en el simulador Peersim.

***Segunda Etapa: Almacenamiento distribuido***
En esta etapa se estudiará la fragmentación del archivo, y su localización en los peers. ¿Cuándo fragmentar? ¿Dónde colocar los fragmentos? Se debe valor el uso de codificación de red y dispersión de información y cómo esto pueden ayudar a mejorar la distribución de fragmentos desde su localidad original a su destino.

***Tercera etapa: seguridad y privacidad en el almacenamiento distribuido***
En esta etapa se evaluarán algoritmos de cifrado que hagan que los datos que se almacenan en el sistema estén cifrados por el cliente antes de su almacenamiento. Se debe considerar diferentes características de seguridad como integridad de la información, autenticación, fortaleza de llaves, distribución de llaves.

***Cuarta etapa: Integración del sistema y análisis resultados***
En esta etapa de integran las diferentes etapas anteriores y se analizan los resultados de manera parcial y global, y el posible trabajo a futuro.

## Programa de actividades

Se planea que este proyecto tenga una duración de dos años y de ser posible se llevará una planeación congruente con el calendario trimestral de la Universidad. Las actividades

propuestas en el proyecto se planean acorde a las etapas descritas en la metodología y se pueden resumir como se indica en el cronograma.

**Cronograma**

| Actividad | Trimestre 1 | Trimestre 2 | Trimestre 3 | Trimestre 4 | Trimestre 5 | Trimestre 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Etapa 1: Evaluación de arquitecturas P2P | FALF/E1 | | | | | |
| Etapa 2: fragmentación y distribución de datos usando codificación de red y dispersión de información | | FALF/RMJ E1 | FALF/RMJ E1/E2 | FALF/RMJ E2 | FALF/RMJ E2 | |
| Etapa 3: seguridad y confidencialidad de la información | | | FALF | FALF/E3 | FAL/E3 | |
| Etapa 4: Integración del sistema y análisis resultados | | | | | | FALF/E3 |
| Escritura de artículos | | | | FALF/RMJ | FALF/RMJ | FALF/RMJ |
| Formación de Recursos Humanos | E1 | E1 | E1/E2 | E2/E3 | E2/E3 | E3 |
| Visitas científicas | | FALF/RMJ | | FALF/RMJ | | |

## Infraestructura disponible

Actualmente tenemos la siguiente infraestructura disponible para desarrollar este proyecto:

- Un nodo PlanetLab incorporado a la red global del consorcio PlanetLab (www.planet-lab.org) [19] para la evaluación de prototipos. Este proyecto buscara explotar el beneficio de tener este nodo PlanetLab instalado en la UAM Cuajimalpa y se puede tener acceso a más de 1000 nodos PlanetLabt instalados en más de 717 lugares alrededor del mundo.
- Un cluster de nodos formado por 10 computadoras, 4 enrutadores y 2 switches donde se pueden hacer pruebas locales del prototipo (red en construcción)
- Una red LAN institucional con acceso a Internet
- Dos conexiones independientes y aisladas de la red institucional para el nodo PlanetLab con direcciones estáticas.
- Membresía institucional de acceso a publicaciones electrónicas de la especialidad tales ACM library, IEEE Xplore, Springer Verlag y Elsevier.
- Un simulador PeerSim. Esta es una importante herramienta de simulación que permite evaluar ambientes escalables para redes P2P.
- Una impresora láser a color con servicio de escáner.

## Presupuesto

Los requerimientos y la justificación del recurso solicitado en este proyecto son con el propósito de realizar desarrollo tecnológico, científico e innovación, con base en integrar y consolidar una comunidad académica en torno a los temas de redes y sistemas distribuidos en la UAM y en México.

1. **Visitas científicas**. - Actualmente se tiene relación con algunos grupos académicos a nivel nacional donde se pueden realizar algunas estancias académicas, a su vez, también se planea establecer contactos con algunos grupos a nivel internacional afines al área. Se propone con el presupuesto solicitado generar al menos una estancia (nacional o internacional), con el fin de generar intercambio de conocimiento y apoyar la creación de una red académica relacionada al área de protocolos de redes y sistemas distribuidos.

2. **Profesores invitados. -** Se buscará invitar a investigadores nacionales y extranjeros referentes en temas afines, para obtener retroalimentación y posible colaboración.

3. **Apoyo Formación de Recursos Humanos:** El presente tema puede motivar a alumnos que quieran realizar un acercamiento a la investigación ya sea deseen realizar estudios de posgrado. Se solicita el apoyo para la formación de recursos humanos, los cuales podrán trabajar sus proyectos terminales o servicio social en las temáticas del proyecto. El apoyo es solicitado para alumnos de licenciatura, debido a que los alumnos de posgrado deberán contar con otro tipo de apoyo en función al programa en donde estén inscritos.

4. **Asistencia a Congresos. -** Se planea la asistencia a congresos como parte importante en el desarrollo de nuestra investigación, ya que es el lugar propicio para presentar y conocer los últimos avances del área. El presupuesto incluye dos congresos internacionales o nacionales.

| **Concepto** | **Monto** |
|---|---:|
| 1.-Visitas Científicas. | $30,000 |
| 2. Profesores Invitados.<br>(20,000 x 2 apoyos aprox.) | $40,000 |
| 3. Apoyo formación de Recursos Humanos (1 apoyo de $20,000) | $20,000 |
| 4.Asistencia a Congresos | $65,000 |
| 5. papelería y toners | $5,000 |
| Total | $160,000 |

## Resultados entregables

3 publicaciones de artículos de investigación dos en congresos y otro en revista
1 software de simulación resultante del proyecto
1 reporte Técnico

- Formación de recursos humanos en estas nuevas tecnologías a través de:
    - Proyectos Terminales o tesis de licenciatura (1 o 2 alumnos)
    - Servicios sociales (1 o 2 alumnos)

## Referencias


1. M. Gerami. "Coding, Computing, and Communication in Distributed Storage Systems", PhD thesis 2011. KTH School of Electrical Engineering, Stockholm, Sweden 2016.
2. E. Cohen, S. Shenker. "Replication Strategies in Unstructured Peer-to-Peer Networks SIGCOMM'02, August 19-23, 2002, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.
3. C. Yanga, Q. Huangb, Z. Lic, K. Liua and F. Hua. "Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges", International Journal of Digital Earth, Vol 10. No. 1, pp. 13-53. 2017.

A. G. Dimakis, B. Godfrey, Y. Wu, M. J. Wainwright, and K. Ramchandran. "Network Coding for Distributed Storage Systems", IEEE Transactions on Information Theory, Vo. 56, No. 9. Sep. 2010.

4. R. Bhagwan, D. Moore, S. Savage, and G. M. Voelker. "Replication Strategies for Highly Available Peer-to-Peer Storage". Future Directions in Distributed Computing. Lecture Notes in Computer Science, vol. 2584. Springer, Berlin, Heidelberg 2003.
5. M. Ali, J. Nelson, Ryan Shea, R. Shea, Michael J. Freedman. "Blockstack: A Global Naming and Storage System Secured by Blockchains", USENIX Annual Technical Conference, June 2016, Denver, Colorado.
6. W. S. W. Awang. "Replica Placement in Peer-to-Peer Systems", PhD Thesis, School of Computer Science & Informatics, Cardiff University, 2016.
7. M. Rahmani, M. Benchaïba. "A Comparative Study of Replication Schemes for Structured P2P Networks," The Ninth International Conference on Internet and Web Applications and Services. 2014.
8. S. Wilkinson, T. Boshevski, J. Brandof and V. Buterin. "Storj: A peer-to-peer cloud storage network", Technical Report, storj.io, 2014. http://storj. io/storj.pdf.
9. J. Mendoza-Almanza, **F. A. López-Fuentes** and R. Hasimoto. "Practical Network Coding for Multi-source Scenarios", EAI International Conference on Smart Technology, Monterrey, NL. México, May 2017.
10. J. Mendoza-Almanza and **F. A. López-Fuentes**. "Collaborative Multi-source Scheme for Multimedia Content Distribution," Research in Computing Science, Vol. 127, pp. 51-57, 2016, ISSN 1870-4069.
11. G. García-Rodríguez and **F. A. López-Fuentes**. "Collaborative Reputation Mechanism for Cloud Storage Service", Research in Computing Science, 2015, ISSN 1870-4069
12. **F. A. López-Fuentes.** "Codificación en Red y sus Aplicaciones", Revista Entreciencias, Dialogos en la Sociedad del Conocimiento, 2(3), pp. 23-33, abril 2014, UNAM, ISSN 2007–8064.

13. **López-Fuentes F. A.** and Orta-Cruz, C. A.; "A Secure P2P Architecture for Video Distribution", ACM Int. Workshop on Internet-Scale Multimedia Management co-located with 22nd ACM Multimedia 2014, Orlando, FL, USA, noviembre 2014.
14. M. R. Zakerinasab, and M. Wang. "Practical Network Coding for the Update Problem in Cloud Storage Systems", IEEE Transactions on Network and Service Management, Vol. 14, No. 2, June 2017.
15. R. Hasan, Z. Anwar, W. Yurcik, L. Brumbaugh, and R. Campbell. "A survey of peer-to-peer storage techniques for distributed file systems", Int. Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'05), Washington, DC, USA, 2005.
16. J. L. González-Compean, V. J. Sosa-Sosa, A. Diaz-Perez, J. Carretero and **R. Marcelin-Jimenez**. "FedIDS: a federated cloud storage architecture and satellite image delivery service for building dependable geospatial platforms", Int. Journal of Digital Earth, 2017.
17. M. Monti and S. Rasmussen. "RAIN: A Bio-Inspired Communication and Data Storage Infrastructure", Artificial Life, Vol. 23, pp. 552–557, 2017.
18. PlanetLab. Sitio web: https://www.planet-lab.org/ (accedido 31.03.2018).
19. J. S. Plank. "Erasure Codes for Storage Systems", ;login: The USENIX Magazin, Vol 38. No. 6, December 2013.
20. Dropbox. Sitio web: https://www.dropbox.com/es/ (accedido 01.04.2018).
21. Google-drive. Sitio web: https://www.google.com/drive/ (accedido 01.04.2018).