

**Universidad del Salvador**  
**Maestría en Auditoría de Sistemas**  
**Trabajo Final**

**Director: Dr. Fernández**  
**Coordinadora: Lic. Karina Sartor**

TESIS  
3880

**PKI**

INFRAESTRUCTURA DE CLAVE PUBLICA



USAL  
UNIVERSIDAD  
TRANSACCIONES ELECTRONICAS SEGURAS

**Autor: C.P.N. LUIS ANTONIO GODOY**

## CONTENIDO

- Objetivos de la tesis	4
- Fundamentacion y viabilidad de la investigacion	5
- Introduccion	6
- ¿Cómo definimos a la seguridad?	7
- Requisito de no repudio	8
- Requisito de integridad	8
- Correspondencia de conceptos entre el mundo electrónico y el mundo fisico	9
- Requisito de confidencialidad	9
- La técnica de criptografia	10
- Criptografia: Algoritmos simétricos. Algoritmos asimétricos	11
- Criptografia de claves públicas	14
- Firma digital de documentos digitales conceptos	16
- Componentes de la firma digital	17
- Algoritmo de firma digital	18
- Infraestructura de clave publica (PKI)	22
- Autoridades de certificación	23
- Autoridad de registro	24
- Directorios de claves públicas	24
- Aceptación del estándar PKI	26
- El certificado digital	27
- ¿En que beneficia a un usuario tener un certificado?	28
- Garantias de seguridad	29
- Contenido de los certificados	29
- ¿Cómo se puede obtener un certificado?	30
- ¿Cómo asegurar las transacciones?	31
- ¿Donde se aplican los certificados?	31
- Tipo de software necesario para instalar un certificado.	31
- Requisitos a cubrir por los certificados digitales y claves	32
- La lista de certificados revocados o crl	33
- Recibo electronico	36
- Pruebas posibles para determinar la autenticidad	37

- Servicios de directorio o de consulta de certificados	38
- Funciones de la autoridad registradora	38
- Proceso de certificación completo	39
- Medidas básicas de seguridad	40
- Revisando el recibo y el concepto de digestión	43
- Revisando el firmado y la autenticación	44
- Estándares principales	44
- Protocolo x-509	46
- Tipos de certificados x 509	47
- Infraestructura de firma digital en la República Argentina	47
- Antecedentes normativos legales	49
- Estándares sobre tecnología de firma digital para la Administración pública	52
- Obtención de un certificado para una autoridad certificante	53
- Autoridad certificante licenciada	54
- Certificado	54
- Servicios mínimos	54
- Emisión de un certificado a un usuario	55
- Obtención de un par de claves y de un certificado por parte del titular	55
- Revocación de un certificado de usuario	56
- Titular de certificados	56
- Almacenamiento de claves y certificados	57
- Responsabilidades	58
- Auditorías	59
- Servicios de Directorio	59
- Seguridad Informática	59
- Seguridad física de los equipos	60
- Firma digital	60
- Algoritmos de encriptado	61
- Certificados	61
- Tipos	61
- Datos básicos	61
- Extensiones	63
- Formatos	63

- Identificación única	63
- Periodo validez	63
- Certificado para servidores	63
- Lista de certificados revocados	64
- Formato de transferencia de correo electrónico	64
- Time stamp	64
- Smart Cards	65
- Tarjetas Memoria	66
- Servicios de Directorio	66
- Necesidad de incorporación de nuevas metodologías	68
- Aplicación de la Infraestructura de clave pública-PKI en el área de administración Tributaria	68
- Antecedentes de incursiones de la administración tributaria en informática	69
- Seguridad prevista en el sistema Osiris	70
- Sistema pensado para sustituir la firma	71
- Formalidades respetadas	71
- ¿Por qué es necesaria la incorporación de infraestructura de clave digital	72
- Caso de aplicación de PKI en la administración tributaria en España	73
- Equipamiento necesario	73
- Autoridad certificadora	73
- Certificado y clave privada	74
- Firma digital	74
- Como obtener el certificado raíz de la fábrica Nacional de Moneda y Timbre	75
- Acreditar la identidad en la Agencia Tributaria	76
- Obtener el certificado de usuario de la FNMT	78
- ¿Qué es P.A.D.R.E.?	80
- Algunas características del programa P.A.D.R.E.	80
- Conclusión	82
- Apéndice 1 - Fundamentos Proyecto Ley Infraestructura Firma Digital	85
- Apéndice 2 - Proyecto de Ley Infraestructura Firma Digital	94

## Objetivo de la tesis

El objetivo del presente trabajo es realizar una investigación sobre Infraestructura de Clave Pública, conocida por sus siglas en inglés, PKI, estableciendo cuales son sus componentes, el mecanismo de su funcionamiento, llegar con alguna aproximación al estado actual del desarrollo del conocimiento y las posibilidades de aplicación en nuestro medio.

Se trata de un tema sobre el cual se pone, en la actualidad, gran atención por las posibilidades que el mismo brinda para lograr seguridad en las comunicaciones electrónicas, las que van siendo utilizadas, como medio de desarrollo para las operaciones empresarias, en general y para aquellas que pertenecen al ámbito oficial de gobierno.

Existen en la actualidad, trabajos realizados en doctrina sobre el tema, así como también desarrollos, realizados por las compañías que ofrecen soluciones tecnológicas para su implementación, en Internet o en el ámbito de esas compañías, las que en algunos casos se encuentran vinculadas a las grandes consultoras de servicios de la especialidad.

Se busca en el presente trabajo, dar una visión coherente de los puntos principales que definen la tecnología que sustenta el concepto PKI, como asimismo, analizar la posibilidad de aplicación, en nuestro país, en el área de Administración Tributaria, a partir de la observación del desarrollo en otro país donde la técnica se utiliza para dar solución a los problemas que plantea la recaudación.

Los aspectos a clarificar, en los que se busca el valor del presente trabajo, además de la posibilidad de aplicarlo en áreas concretas, son los que hacen a su especificidad, intentándose con el desarrollo, brindar una comunicación comprensible de los aspectos de índole técnica, los que tienen gran complejidad.

Es intención del autor brindar un aporte a profesionales, estudiantes o personas interesadas en el tema como una guía de comprensión, para iniciarse en el conocimiento del tema tratado.

## **Fundamentación y viabilidad de la investigación**

Las posibilidades y utilidades que surgen de la aplicación de una Infraestructura de Clave Pública (PKI), ha concentrado sobre el tema, una importante cantidad de atención en los últimos años.

La firma digital derivada de la aplicación de la mencionada infraestructura plantea una nueva forma de utilización de las comunicaciones electrónicas. Surge de esta utilización la necesidad de contar con un entorno seguro y confiable para la realización de las mismas.

En nuestro país, se cuenta con resoluciones y decretos, que aceptan la aplicación de la firma digital y un proyecto de ley que cuenta con media sanción y actualmente es analizado para su aprobación definitiva.

La expectativa generada por la aplicación de esta tecnología, tanto en las compañías tecnológicas especializadas en el tema, como en los medios empresarios y administrativos - gubernamentales, es de gran magnitud, lo que le asigna al tema una gran trascendencia y actualidad.

La aceptación de la firma digital y el correspondiente marco legal de resguardo, permitirá la generación y circulación de documentos digitales, seguros y no repudiables, posibilitando la eficientización de las operaciones administrativas en distintos campos de la administración pública y en un futuro inmediato en el ámbito de las empresas privadas.

El autor se identifica con estas corrientes de opinión y en lo personal, dada su formación profesional y su vivencia en el campo laboral, en el que se desempeña en tareas de Auditorías Contables, Asesoramientos Impositivos y Consultoría, considera que una de las aplicaciones, en el ámbito de la Administración Pública, en las cuales la investigación debería intensificarse, es la del área de la administración tributaria. Por este motivo al considerar una posible aplicación ha elegido la mencionada, a partir de la observación de experiencias realizadas en otros países.

La factibilidad de la realización de la presente investigación, es considerada por el autor a partir de la calidad del material bibliográfico obtenido, principalmente a través de Internet y del material que recibió en la maestría en los diferentes módulos y en el específico de Investigación en Auditoría.

## Introducción

El auge alcanzado por las comunicaciones electrónicas y consecuentemente por las transacciones económicas, basadas en ellas, derivadas de operaciones comerciales y empresarias, ha conseguido despertar un enorme interés por dotar a las mismas de condiciones fundamentales de seguridad, que las haga confiable y aumentar el volumen de negocios canalizados por este medio.

También en las esferas vinculadas a los asuntos oficiales de gobierno, en áreas relacionadas con la administración de justicia, con la organización de las recaudaciones tributarias, y para las distintas operaciones de la administración pública, se están volcando esfuerzos e inversiones, para adecuar las normativas legales de sustento y las estructuras operativas.

Estos esfuerzos por hacer más accesibles a las comunicaciones electrónicas en general y dotarlas de seguridad, en las presentes circunstancias, requiere del desarrollo de mecanismos sofisticados y sólidos tecnológicamente hablando.

En la actualidad el acceso a la información tecnológica y a la disposición de poderosas herramientas, se ve facilitado para cualquier persona, interesada en el tema, por su ingreso a la red de comunicaciones, con un equipamiento mínimo y sin grandes recursos o restricciones.

### ¿Cómo definimos a la seguridad?

ISO define a la seguridad como un concepto que permite minimizar la VULNERABILIDAD.

Podemos entender el concepto seguridad como un atributo de cualquier sistema, informático o no, que significa que ese sistema está libre de cualquier peligro, daño o riesgo y que mantiene porcentajes altos de infalibilidad.

Para mantener un sistema en condiciones de seguridad, hay que garantizar, básicamente los aspectos de **confidencialidad, integridad, disponibilidad y autenticidad.**

La **confidencialidad**, nos dice que los objetos de un sistema han de ser accedidos solamente por aquellos autorizados a hacerlo.

La **integridad**, significa que los objetos no serán modificados, eliminados o reducidos por quienes no estén previstos en los esquemas de autorizaciones.

La **disponibilidad**, indica que los elementos del sistema deben permanecer accesibles a quienes se autorice.

Podemos agregar a este concepto el de:

**Autenticidad**, la que se refiere a la capacidad de determinar si una lista determinada de personas han establecido su reconocimiento y/o compromiso sobre el contenido de un documento electrónico.

El problema de la autenticidad en un documento tradicional se soluciona mediante la firma autógrafa.

Mediante su firma autógrafa, un individuo, o varios, manifiestan su voluntad de reconocer el contenido de un documento, y en su caso, a cumplir con los compromisos que el documento establezca para con el individuo.

### Requisito de no repudio

Existe una diferencia sutil pero muy importante entre el concepto de **autenticidad** y el concepto de **no - repudio**.

Por ejemplo se puede afirmar que un documento fue escrito por una determinada persona, cuando se ha presenciado el acto de la firma.

Si el documento no está firmado autógrafamente, se puede estar absolutamente convencido de su autenticidad, pero no podrá ser probada, ya que sin la firma autógrafa, es imposible establecer el vínculo entre la voluntad de la persona y el contenido del documento.

Si se puede probar a terceros que efectivamente el documento es auténtico entonces se dice que el documento es no-repudiable.

Si un documento es **no-repudiable** es **auténtico** pero no viceversa.

### Requisito de integridad

Una característica básica de un documento auténtico es su integridad. En un documento tradicional como un contrato o cheque, si se aprecian modificaciones o tachones el documento es prácticamente invalidado.

En un documento electrónico en donde por errores de transmisión o fallas en el medio de almacenaje o intencionadamente se modifica el contenido original del documento entonces el documento pierde su integridad y por tanto su autenticidad.

Si un documento es **auténtico** entonces es **íntegro** pero no viceversa.

### Correspondencia de conceptos entre el mundo electrónico y el mundo físico

Problema	Solución Física	Solución Electrónica
¿Quién tiene acceso a determinados lugares?	Tarjeta de identidad	Control de Acceso
¿Cómo puedo garantizar que soy quién digo ser?	Fotos en Carnets de Identidad. Firma	Autenticación
¿Cómo se garantiza que sólo aquellos a los que se ha autorizado tienen acceso a la información?	Entrega en mano. Firma del destinatario a la recepción.	Confidencialidad o privacidad.
¿Cómo puedo saber que la información no ha sido manipulada?	Sobres y paquetes sellados.	Integridad
¿Cómo me aseguro que las partes que intervienen en una transacción no nieguen haberlo hecho?	Testigos, notarios, correos certificados.	No repudio.
¿Cómo demuestro cuándo se realizó una transacción?	Fecha de documentos	Sellado de tiempo

### Requisito de confidencialidad

En un sistema en donde la forma tradicional de realizar operaciones comerciales esta siendo reemplazado por métodos electrónicos resulta de suma importancia contar

no solo con la tecnología, sino con un marco legal que norme la validez de los documentos electrónicos.

El problema de la confidencialidad no es tampoco un problema estrictamente técnico, también es conveniente estudiar las implicaciones legales del uso de esta tecnología que permite al individuo mantener información confidencial fuera del alcance del Estado, sea esta información lícita o ilícita.

En realidad el uso de las técnicas criptográficas, plantea soluciones y problemas no solamente relacionados con el procedimiento técnico matemático, en cuanto a resolver los temas de confidencialidad y autenticidad de los documentos electrónicos.

Un problema de este tipo requiere del trabajo interdisciplinario de criptógrafos, analistas, especialistas en seguridad de datos, abogados, y otros especialistas.

Es importante contar con una base legal que conceda, a los documentos firmados digitalmente, un tratamiento similar a la de los documentos tradicionales firmados autógrafamente

Vamos a analizar el tema en dos partes, la primera dedicada al problema de la no-repudación de los documentos electrónicos, la segunda esta dedicada al problema de la confidencialidad.

### La técnica de criptografía

Estos problemas, **confidencialidad, integridad, autenticidad y no-repudiación** se resuelven mediante la tecnología llamada "Criptografía".

La criptografía es una rama de las matemáticas, que al aplicarse a mensajes digitales, proporcionan las herramientas idóneas para solucionar los problemas antes mencionados.

Al problema de la confidencialidad se le relaciona comúnmente con técnicas denominadas de "encripción" y el problema de la autenticidad mediante técnicas denominadas de "firma digital", aunque ambos en realidad se reducen a procedimientos criptográficos de encripción y desencripción

La criptografía en realidad no es sólo una rama de las matemáticas sino una disciplina que puede reunir otras áreas de la ciencia, sin embargo es en las matemáticas en donde la criptografía moderna encuentra los fundamentos más trascendentes.