



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Gestión Industrial

**DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE  
COMPRAS PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA**

**Ing. Jorge Enrique Mejía Morales**

Asesorado por el MSc. Ing. Jackson René Berganza Espina

Guatemala, junio de 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS  
PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

PRESENTADO A LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA

POR

**ING. JORGE ENRIQUE MEJIA MORALES**

ASESORADO POR EL MSc. ING. JACKSON RENÉ BERGANZA ESPINA

COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2017



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| VOCAL I    | Ing. Angel Roberto Sic García          |
| VOCAL II   | Ing. Pablo Christian de Leon Rodriguez |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran          |
| VOCAL IV   | Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez      |
| VOCAL V    | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez       |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

**JURADO EVALUADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA**

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO      | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco   |
| DIRECTOR    | MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| COORDINADOR | Dra. Alba Maritza Guerrero Spinola   |
| EXAMINADOR  | MSc. Ing. Pedro Miguel Agreda Girón  |
| SECRETARIA  | Inga. Lesbia Magalí Herrera López    |



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, el 20 de mayo de 2016.

Ing. Jorge Enrique Mejía Morales





## ACTO QUE DEDICO A:

Mis abuelos maternos

† Tomás Morales Ren

† Rosa Bocel Set

Mis abuelos paternos

† Tomas Mejía Cumez

† Manuela Canil Xon



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
**EP**  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

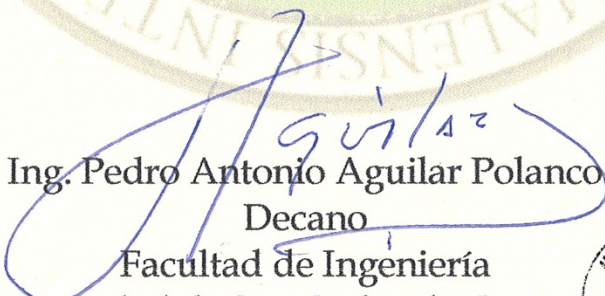
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2017-008

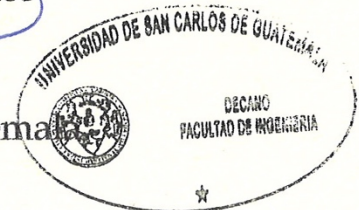
El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Artes en Gestión Industrial titulado: **"DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA"** presentado por el Ingeniero Mecánico Electricista **Jorge Enrique Mejía Morales**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, junio de 2017.

Cc: archivo/la

**Doctorado:** Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
**EP**  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2017-008

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **"DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA"** presentado por el Ingeniero Mecánico Electricista **Jorge Enrique Mejía Morales**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*



MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Director

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, junio de 2017.

Cc: archivo/la

**Doctorado:** Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior. Estadística. Seguros y ciencias actuariales. Sistemas de información Geográfica. Sistemas de gestión de



FACULTAD DE  
INGENIERÍA - USAC  
**EP**  
ESCUELA DE  
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / 24188000 Ext. 86226

APT-2017-008

Como Coordinadora de la Maestría en Artes en Gestión Industrial del Trabajo de Graduación titulado **"DISEÑO DE UN MODELO DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE COMPRAS PARA UNA EMPRESA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA"** presentado por el Ingeniero Mecánico Electricista **Jorge Enrique Mejía Morales**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

MSc. Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola  
Coordinadora de Maestría  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, junio de 2017.

Cc: archivo/la

**Doctorado:** Sostenibilidad y Cambio Climático. **Programas de Maestrías:** Ingeniería Vial, Gestión Industrial, Estructuras, Energía y Ambiente Ingeniería Geotécnica, Ingeniería para el Desarrollo Municipal, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ingeniería de Mantenimiento. **Especializaciones:** Gestión del Talento Humano, Mercados Eléctricos, Investigación Científica, Educación virtual para el nivel superior, Administración y Mantenimiento Hospitalario, Neuropsicología y Neurociencia aplicada a la Industria, Enseñanza de la Matemática en el nivel superior, Estadística, Seguros y ciencias actuariales, Sistemas de información Geográfica, Sistemas de gestión de

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                     | V    |
| LISTA DE SIGLAS .....                             | IX   |
| GLOSARIO .....                                    | XI   |
| RESUMEN.....                                      | XIII |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                  | XVII |
| OBJETIVOS .....                                   | XIX  |
| RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....              | XXI  |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | XXV  |
| ANTECEDENTES .....                                | XXIX |
| <br>  |      |
| 1. MARCO TEÓRICO .....                            | 1    |
| 1.1. Centrales hidroeléctricas.....               | 1    |
| 1.1.1. Tipos de centrales hidroeléctricas .....   | 1    |
| 1.1.2. Obra civil de una central hidráulica ..... | 5    |
| 1.1.3. Tipos de turbinas hidráulicas.....         | 6    |
| 1.1.4. Generador eléctrico .....                  | 8    |
| 1.1.5. Hidroeléctricas del INDE .....             | 10   |
| 1.2. Gestión de compras .....                     | 11   |
| 1.2.1. Función de aprovisionamiento .....         | 12   |
| 1.2.2. Función de compras.....                    | 13   |
| 1.2.3. Costo de compras .....                     | 15   |
| 1.2.4. Control de compras .....                   | 16   |
| 1.2.5. Reglamento de compras del INDE.....        | 18   |
| 1.3. La firma digital y su marco legal.....       | 19   |
| 1.3.1. Definición de firma electrónica .....      | 19   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.3.2. | Características .....  | 19 |
| 1.3.3. | La criptografía .....  | 20 |
| 1.3.4. | Firma electrónica avanzada .....   | 22 |
| 1.3.5. | Autoridad certificadora .....  | 22 |
| 1.3.6. | Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y<br>firmas electrónicas .....                  | 24 |
| 1.3.7. | Reglamento de la ley para el reconocimiento de las<br>comunicaciones y firmas electrónicas ..... | 29 |
| 2.     | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....   | 33 |
| 2.1.   | Recolección de información .....   | 33 |
| 2.1.1. | Encuesta del procedimiento de compras .....  | 34 |
| 2.2.   | Análisis de datos .....  | 39 |
| 2.2.1. | Procedimiento de compras utilizado en la empresa.....  | 41 |
| 2.2.2. | Análisis de tiempos del procedimiento de orden de<br>compra y pago.....                          | 44 |
| 2.2.3. | Análisis de gastos económicos en el procedimiento de<br>orden de compra y pago .....             | 47 |
| 2.2.4. | Análisis cualitativo y cuantitativo del procedimiento de<br>compras.....                         | 50 |
| 2.3.   | Investigación sobre documentos y firmas digitales.....   | 54 |
| 2.4.   | Propuesta del modelo digital.....  | 55 |
| 3.     | PROPUESTA DEL MODELO DIGITAL DE GESTIÓN DE COMPRAS...57  |    |
| 3.1.   | Equipo requerido para implementar el modelo digital.....   | 58 |
| 3.2.   | Usuarios para las firmas electrónicas .....  | 60 |
| 3.3.   | Proceso de gestión de compras con el modelo digital.....   | 61 |
| 3.4.   | Firma electrónica avanzada para empleados públicos .....   | 77 |
| 3.5.   | Cómo firmar un documento en formato PDF .....  | 77 |

|      |                                       |     |
|------|---------------------------------------|-----|
| 4.   | DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....         | 83  |
| 4.1. | Realización de la investigación ..... | 83  |
| 4.2. | Validez externa .....                 | 84  |
| 4.3. | Comparación de resultados .....       | 84  |
|      | CONCLUSIONES.....                     | 95  |
|      | RECOMENDACIONES .....                 | 97  |
|      | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....      | 99  |
|      | ANEXOS .....                          | 103 |





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| 1. Central de embalse.....                                 | 2  |
| 2. Central de agua fluyente.....                           | 3  |
| 3. Azud planta hidroeléctrica Chichaic.....                | 5  |
| 4. Presa de gravedad.....                                  | 6  |
| 5. Turbina Pelton.....                                     | 7  |
| 6. Esquema Turbina Francis.....                            | 8  |
| 7. Autoexcitación del generador eléctrico.....             | 9  |
| 8. Modelo horizontal del departamento de compras.....      | 14 |
| 9. Modelo vertical del departamento de compras.....        | 14 |
| 10. Matriz Kraljic.....                                    | 15 |
| 11. Funciones de los indicadores de compras.....           | 18 |
| 12. Organigrama Ministerio de Economía de Guatemala.....   | 23 |
| 13. Resultado encuesta, pregunta 1.....                    | 34 |
| 14. Resultado encuesta, pregunta 2.....                    | 35 |
| 15. Resultado encuesta, pregunta 3.....                    | 35 |
| 16. Resultado encuesta, pregunta 4.....                    | 36 |
| 17. Resultado encuesta, pregunta 5.....                    | 36 |
| 18. Resultado encuesta, pregunta 6.....                    | 37 |
| 19. Resultado encuesta, pregunta 7.....                    | 37 |
| 20. Resultado encuesta, pregunta 8.....                    | 38 |
| 21. Resultado encuesta, pregunta 9.....                    | 38 |
| 22. Resultado encuesta, pregunta 10.....                   | 39 |
| 23. Histograma.....  | 47 |
| 24. Diagrama de flujo del modelo de compras propuesto..... | 65 |

|   |    |
|---|----|
| 25. Firma electrónica avanzada, herramientas.....           | 78 |
| 26. Firma electrónica avanzada, certificados.....           | 78 |
| 27. Firma electrónica avanzada, firmar digitalmente .....   | 79 |
| 28. Firma electrónica avanzada, aviso para marcar área..... | 80 |
| 29. Firma electrónica avanzada, seleccionar área .....      | 80 |
| 30. Firma electrónica avanzada.....                         | 81 |
| 31. Encuesta procedimiento de compras, parte 1 .....        | 92 |
| 32. Procedimiento de compras, parte 2.....                  | 93 |

## TABLAS

|        |   |    |
|--------|---|----|
| I.     | Objetivos de la función de aprovisionamiento .....            | 12 |
| II.    | Índices de control de compras .....                           | 17 |
| III.   | Modalidades de compras del INDE .....                         | 41 |
| IV.    | Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 1 .....   | 42 |
| V.     | Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 2 .....   | 43 |
| VI.    | Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 3 .....   | 44 |
| VII.   | Medidas de tendencia central y variabilidad .....             | 46 |
| VIII.  | Gasto asociado al piloto .....                                | 48 |
| IX.    | Km al mes de recorrido del vehículo .....                     | 49 |
| X.     | Gasto económico en combustible .....                          | 49 |
| XI.    | Tipos de mantenimientos del vehículo .....                    | 49 |
| XII.   | Gastos por transporte de la documentación .....               | 50 |
| XIII.  | Solicitantes de compras y recepción de compras .....          | 51 |
| XIV.   | Ubicación del personal involucrado en compras .....           | 52 |
| XV.    | Documentación del expediente de orden de compra y pago .....  | 53 |
| XVI.   | Análisis cuantitativo .....                                   | 54 |
| XVII.  | Hardware .....  | 58 |
| XVIII. | Software .....  | 58 |
| XIX.   | Costo inicial para el procedimiento propuesto .....           | 59 |
| XX.    | Costo anual de operación del procedimiento propuesto .....    | 59 |
| XXI.   | Usuarios de firmas digitales Hidroeléctrica Chixoy .....      | 60 |
| XXII.  | Usuarios de firmas digitales Edificio Central .....           | 61 |
| XXIII. | Identificación de documentos en el servidor de archivos ..... | 63 |
| XXIV.  | Propuesta procedimiento de compras, parte 1 .....             | 66 |
| XXV.   | Propuesta procedimiento de compras, parte 2 .....             | 67 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| XXVI.    | Propuesta procedimiento de compras, parte 3 .....                  | 68 |
| XXVII.   | Propuesta procedimiento de compras, parte 4 .....                  | 69 |
| XXVIII.  | Propuesta procedimiento de compras, parte 5 .....                  | 70 |
| XXIX.    | Propuesta procedimiento de compras, parte 6 .....                  | 71 |
| XXX.     | Propuesta procedimiento de compras, parte 7 .....                  | 72 |
| XXXI.    | Propuesta procedimiento de compras, parte 8 .....                  | 73 |
| XXXII.   | Propuesta procedimiento de compras, parte 9 .....                  | 74 |
| XXXIII.  | Propuesta procedimiento de compras, parte 10 .....                 | 75 |
| XXXIV.   | Propuesta procedimiento de compras, parte 11 .....                 | 76 |
| XXXV.    | Modalidad de compra en procedimiento analizado y propuesto .....   | 85 |
| XXXVI.   | Duración en días procedimiento analizado y propuesto .....         | 86 |
| XXXVII.  | Gastos procedimientos analizado y propuesto .....                  | 86 |
| XXXVIII. | Documentación procedimiento analizado y propuesto .....            | 87 |
| XXXIX.   | Inversión inicial y costo anual .....                              | 88 |
| XL       | Costo anual de renovación certificado de firma digital .....       | 88 |
| XLI.     | Usuarios firma digital en procedimiento analizado y propuesto..... | 90 |

## LISTA DE SIGLAS

|               |   |
|---------------|---|
| <b>SAP</b>    | Sistemas, aplicaciones y productos                                  |
| <b>CDP</b>    | Constancia de disponibilidad presupuestaria                         |
| <b>CNEE</b>   | Comisión Nacional de Energía Eléctrica                              |
| <b>CUR</b>    | Comprobante único de registro                                       |
| <b>EGEE</b>   | Empresa de Generación de Energía Eléctrica                          |
| <b>ETCEE</b>  | Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica                |
| <b>INDE</b>   | Instituto Nacional de Electrificación                               |
| <b>ISR</b>    | Impuesto Sobre la Renta   |
| <b>IVA</b>    | Impuesto al Valor Agregado  |
| <b>SICOIN</b> | Sistema de Contabilidad Integrada – Ministerio de Finanzas Públicas |
| <b>SIGES</b>  | Sistema de gestión – Ministerio de Finanzas Públicas                |



## GLOSARIO

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Central Hidroeléctrica</b> | Es una instalación donde se genera energía eléctrica a través de la energía cinética del agua.  |
| <b>Criptografía</b>           | Arte de escribir con clave secreta o de un modo enigmático.   |
| <b>Firma Digital</b>          | Es un método que asocia la identidad de una persona o equipo, con un mensaje o documento electrónico, para asegurar la autoría y la integridad del mismo. |
| <b>Modelo</b>                 | Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo  |
| <b>Legislación</b>            | Conjunto o cuerpo de leyes por las cuales se gobierna un Estado, o una materia determinada.   |
| <b>Gestión</b>                | Acción y efecto de administrar  |
| <b>Sistema SAP</b>            | Sistema informático que administra los recursos de una empresa  |





## **RESUMEN**

El Instituto Nacional de Electrificación que de ahora en adelante se llamará INDE, como una institución del Estado debe cumplir con ciertos requisitos establecidos por la ley para realizar todo tipo de compras.

El problema en la gestión de compras es el tiempo promedio que dura el procedimiento de orden de compra y pago, debido a que expediente es conformado por documentos que deben ser autorizados conforme el expediente vaya avanzando, así también involucra registros en SICOIN y SIGES del Ministerio de Finanzas Públicas, y en el sistema SAP del instituto. Las aprobaciones y registros lo realiza personal, en el edificio central del INDE, ubicado en la ciudad de Guatemala y la hidroeléctrica en el departamento de Alta Verapaz. Esto hace que el expediente de orden de compra y pago sea trasladado de un punto a otro.

La importancia de realizar de esta investigación está en determinar si es posible mejorar el procedimiento de orden de compra y pago del INDE, a través de la utilización de la tecnología. Mejorar los tiempos que duran las gestiones de compras y determinar si la implementación del modelo propuesto es económicamente es viable.

El trabajo de graduación consiste en analizar los procedimientos de compras del INDE, para proponer un modelo digital de gestión de compras y mejorar la eficiencia de esta.

A través del análisis de los procedimientos de compras establecidos del INDE, se realiza una propuesta de gestión de compras digital. El modelo consiste en digitalizar todos los documentos que componen el expediente de las órdenes de compra y pago, para sustituir las firmas manuscritas por firmas electrónicas avanzadas (firmas digitales), para evitar que el expediente sea trasladado de un punto a otro. El expediente digital estará almacenado en un servidor de datos, donde las personas involucradas en el procedimiento de compras puedan acceder al expediente digital de forma inmediata. Hacer más eficiente el procedimiento de compras disminuye el tiempo que tarda la compra desde que se aprueba la compra hasta el pago al proveedor.

El estudio fue viable, debido a que la información para el análisis de datos como el tiempo que se tarda la gestión de compras fue proporcionada por la administración de la hidroeléctrica. El análisis de los gastos administrativos en el traslado de la documentación, se tomó de datos promedios, como el salario mínimo que devenga un trabajador en el año 2015 y el costo aproximado del combustible utilizado por los vehículos durante el año 2015.

Entre las consecuencias del modelo digital de gestión de compras esta en hacer más eficiente el proceso de compras de la empresa, elimina los costos que involucran el transporte de la documentación y reduce el tiempo total que tarda el proceso de gestión de compras. Indirectamente reduce la cantidad de papel utilizado y la disminución de la contaminación producida por los vehículos.

Entre los beneficios que se obtienen al digitalizar la gestión de compras están: reducción del tiempo total de la gestión de cada compra, el ahorro de combustible, reducción de costos, utilización de tecnología para mejorar el proceso de compras.

Este estudio permitió conocer qué tan ineficiente es el procedimiento de orden de compra y pago del INDE. El procedimiento utilizado requiere en promedio de 66 días y el procedimiento propuesto 31 días, reduce en un 53 % el tiempo. Los costos en el transporte del expediente del procedimiento de orden de compra y pago, se reduce un 100 %, debido a que en el procedimiento propuesto es el expediente digital y no será necesario transportar el expediente de un punto a otro. Los costos anuales se reducen un 82.34 %, debido a que el procedimiento digital propuesto requiere un gasto anual de 20,300 quetzales, para la renovación de los certificados de la firma electrónica avanzada.

Con la información obtenida, se realizó una propuesta de mejora a través de la digitalización de la documentación manteniendo el procedimiento de compras establecido por la ley guatemalteca.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para realizar una compra en el INDE, es necesario que ésta cumpla con un procedimiento definido por la ley. El procedimiento establecido que en este caso es la orden de compra y pago, indica que cada compra debe de ser autorizada, a través de firmas manuscritas y registradas en una base de datos como SAP. Las personas que intervienen en las autorizaciones o registros en SAP se ubican en diferentes partes del país, lo cual hace que la documentación de la compra sea trasladada en vehículos de un punto a otro, hace que la gestión de compras sea tardada e ineficiente.

### **Descripción del problema**

La empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE cuenta con nueve plantas de generación de energía eléctrica en distintos puntos del país y una planta térmica de generación de energía eléctrica. El sistema de gestión de compras de la empresa es centralizado, debido a que las necesidades de compras se hacen de manera escrita y son revisadas y autorizadas por diferentes personas ubicadas en distintos puntos del país, entre ellos, la hidroeléctrica Chixoy ubicado en San Cristóbal Verapaz y el edificio central ubicado en la ciudad de Guatemala.

La centralización de la gestión de compras hace que desde las plantas de generación de energía se mande de forma impresa los documentos hacia el edificio central y viceversa, hace que la gestión de compras sea ineficiente, con tiempos de gestión muy largos y la utilización de los recursos como vehículos, recursos humanos, viáticos sea considerable.

## **Formulación del problema**

### **Pregunta central:**

¿Qué modelo digital es el adecuado para el sistema de gestión de compras de la hidroeléctrica?

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Cómo es el sistema de gestión de compras de la hidroeléctrica?
2. ¿Cuál fue el comportamiento de las compras en la hidroeléctrica durante el último año?
3. ¿Cómo integrar un modelo digital de compras al sistema actual de gestión de compras de la hidroeléctrica?

### **Delimitación del problema**

El estudio fue realizado en la hidroeléctrica Chixoy, ubicado en el Municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, que es la hidroeléctrica más grande del INDE.

Se analizaron las gestiones de compras realizadas durante enero a septiembre del año 2015, en la Hidroeléctrica Chixoy; juntamente con los procedimientos de compras que están establecidos para determinar dónde surgen las necesidades de compras y quiénes se ven involucrados en el procedimiento establecido.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un modelo digital para la gestión de compras para una empresa de generación de energía eléctrica.

### **Específicos**

1. Determinar cómo es la gestión de compras de la hidroeléctrica.
2. Analizar el comportamiento de compras de la hidroeléctrica durante el último año.
3. Establecer el procedimiento para la implementación de un modelo digital de gestión de compras para la hidroeléctrica.





## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

El estudio tiene un alcance descriptivo, debido a que busca determinar el rendimiento entre el método tradicional de compras, que consiste en la impresión en papel de los documentos y el método digital que se propone. El rendimiento del procedimiento de orden de compra y pago, fue determinado a través de las variables que intervienen en la gestión de compras como el tiempo, gastos en el transporte del expediente, entre otros.

### **Diseño de la investigación**

La investigación tuvo un enfoque de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo) y la recolección de datos fue a través de fuentes primarias. El diseño es del tipo no experimental.

El análisis cuantitativo fue realizado a través de técnicas estadísticas, analizando en detalle las variables de tiempo y recursos, determinando así el impacto que tiene el modelo digital de gestión de compras propuesto.

El análisis cualitativo fue realizado analizando del procedimiento de orden de compra y pago, determinando quiénes se ven involucrados en el procedimiento, así también como la clasificación que tienen las compras dependiendo del monto de ésta.

El procedimiento de la investigación fue dividido en cuatro fases:

Fase 1: Recopilación de información. Del sistema SAP fue descargada la información almacenada respecto a las gestiones de compras en el período analizado. De la intranet fueron descargados los procedimientos de compras.

Fase 2: Análisis de datos. Con los datos obtenidos en el sistema SAP fue determinado el tiempo que duraba la gestión de compras, tener los tiempos que duraban las gestiones de compras, fueron analizados los datos, utiliza métodos estadísticos como: promedios, medias y el histograma de frecuencias.

La población para el análisis de tiempos fue tomada de los datos registrados en el sistema SAP de enero a septiembre de 2015, tomar una muestra del total de gestiones de compra que fueron emitidas en el período indicado. Para tener un 95 % de seguridad, los cálculos indican que la muestra debe contener 68 compras. Debido a que la diferencia entre la población total y la muestra es poca, se toma la totalidad de las compras que es de 73 en lugar de 68.

Para los recursos utilizados en el procedimiento de compras fue considerado como salario de la persona que traslada la documentación el salario mínimo establecido en el país en el año 2015. Fue realizado el cálculo de gasto económico relacionado al mantenimiento del vehículo que se utiliza para trasladar los expedientes y el gasto en combustible del vehículo. El procedimiento de compras fue analizado detalladamente tabulando en una hoja de Excel paso por paso el procedimiento. Luego se clasificaron los documentos mencionados en el procedimiento y se identificó al personal que intervenían en el procedimiento de compras.

Fase 3: Investigación sobre documentos y firmas digitales. Se asistió al curso “firma electrónica avanzada” impartido por el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación.

Fase 4: Propuesta de un modelo digital para la gestión de compras. Se elaboró la propuesta del modelo digital para el procedimiento de orden de compra y pago, indicar el equipo necesario, las ventajas económicas e indicando quiénes deberían de contar con usuarios para el procedimiento digital propuesto.



## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación busca mejorar el procedimiento de orden de compra y pago del INDE. Este procedimiento interno del instituto se utiliza para realizar los registros, aprobaciones y la recepción de los bienes o servicios adquiridos. El procedimiento de orden de compra y pago fue analizado detalladamente para determinar la forma de adaptar la utilización de firmas digitales, para sustituir la firma manuscrita, innovando de esta forma el procedimiento de orden de compra y pago. La modificación de este procedimiento no está en el alcance de esta investigación, debido a que sería necesario tratar temas legales.

El diseño de la investigación fue del tipo descriptivo. Debido a que se buscó determinar el estado de la situación de las compras, a través del método en que los documentos son impresos y trasladados de la planta de generación hacia el edificio central en la ciudad de Guatemala. Analizar las variables involucradas, se propuso el modelo de gestión digital de compras.

La importancia del estudio para proponer un modelo digital para el sistema de compras, determina si es factible implementar un sistema de compras, a través de la digitalización de los documentos y utilizarán firmas electrónicas avanzadas, para reducir el tiempo de gestión de compras.

El resultado obtenido en el modelo digital de gestión de compras propuesto, es la reducción del tiempo utilizado en el procedimiento de orden de compra y pago que utiliza el INDE, hacer el procedimiento más eficiente y que

el expediente de cada gestión de compra sea accesible de forma instantánea y remota.

Entre el principal aporte que obtendrá con el modelo digital de la gestión de compras está que el modelo se pueda replicar a las otras empresas del INDE.

Entre los resultados que se obtienen de la investigación están, reducción de tiempos en el procedimiento de orden de compra y pago, accesibilidad al expediente, reducción de costos y reducción del uso de papel.

El estudio tuvo un alcance descriptivo, debido a que se comparó el método tradicional de compras, que consiste en la impresión en papel de los documentos y el método digital que se propuso.

El rendimiento de cada uno de los métodos, se determinó a través de las variables que intervenían en la gestión de compras como el tiempo, el monto económico de la compra y los demás recursos que se invierten en las gestiones de compras.

Para la elaboración del trabajo de investigación se ha dividido en cuatro capítulos. En el primer capítulo, se describen las hidroeléctricas, compras y la firma electrónica avanzada.

En el capítulo dos, se analiza el tiempo que dura el procedimiento de órdenes de compra y pago en la hidroeléctrica durante el último año, también se analiza el procedimiento de orden de compra y pago a profundidad para determinar quienes se ven involucrados y analizar en donde se puede utilizar la firma digital.

En el capítulo cuatro, se hace la propuesta de mejora en la gestión de compras a través de un modelo digital de gestión de compras, el cual consiste en utilizar firmas digitales en el expediente que compone el procedimiento de orden de compra y pago.

En el capítulo cinco, se hace un análisis entre el procedimiento utilizado en la empresa y el modelo digital de compras propuesto.





## **ANTECEDENTES**

Debido a la creciente demanda de energía eléctrica, a inicios del siglo XX, en 1940 el gobierno de Guatemala crea el departamento de Electrificación Nacional que dependía del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas.

En el año de 1959, por medio del Decreto 1287, el departamento de Electrificación Nacional pasa a ser el Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Para cubrir la demanda de electrificación del país, el INDE fue construyendo centrales de generación de energía eléctrica en diferentes puntos del país, juntamente con la construcción de líneas de distribución y transmisión de energía eléctrica.

En 1994, a través del Decreto número 64-94 se crea la Ley orgánica del Instituto Nacional de Electrificación, donde establece que es una identidad autónoma y descentralizada con autonomía funcional, patrimonio propio, personalidad jurídica y con capacidad de adquirir derechos y obligaciones.

Debido a que la mayor parte de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica lo hacía el INDE; en 1996, el gobierno de Guatemala impulsa la libre competencia en el sector eléctrico creando la Ley General de Electricidad. Permite que inversionistas privados puedan participar en la generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica en el país.

En el año 2016, el INDE está conformado de la siguiente manera: Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, Empresa de Generación de Energía Eléctrica y Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica. La

autoridad suprema es el Consejo Directivo conformado por un director y un suplente nombrados por el Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Economía, la Secretaría General de Planificación Económica, Asociación Nacional de Municipalidades, asociaciones empresariales y asociación de sindicatos del país.

Cada empresa cuenta con un gerente y el ente corporativo cuenta con cinco gerencias, una auditoría interna corporativa y una asesoría jurídica corporativa.

# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Centrales hidroeléctricas**

Una central hidroeléctrica es el que utiliza la energía cinética del agua para convertirlo en energía eléctrica.

### **1.1.1. Tipos de centrales hidroeléctricas**

Cada central hidráulica tiene ciertas características que lo hace diferente a las otras, como el tipo de embalse, la potencia instalada, la altura del salto del agua, el caudal del agua, o el lugar de instalación de la central. A continuación se describe algunas de las características anteriormente mencionadas.

#### **1.1.1.1. Por el tipo de embalse**

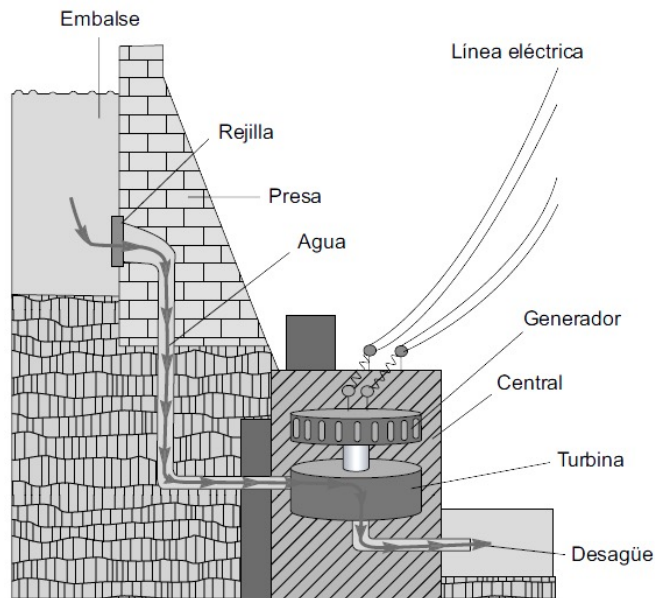
Mataix y Plana (1986) clasifica las centrales hidráulicas, según el tipo de embalse que utilizan, entre las que están: centrales de embalse y las centrales de agua fluyente.

##### **1.1.1.1.1. Centrales de embalse**

Carta González, Caldero Pérez, Colmenar Santos y Castro Gil (2009), indica que este tipo de embalses tienen la característica de almacenar las aportaciones de agua de los ríos. En la figura 1, muestra la ubicación del embalse en una hidroeléctrica, donde se almacena el agua y es allí donde se

ubica la toma de agua para enviarlo a las turbinas para generar energía eléctrica.

Figura 1. Central de embalse



Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p. 432.

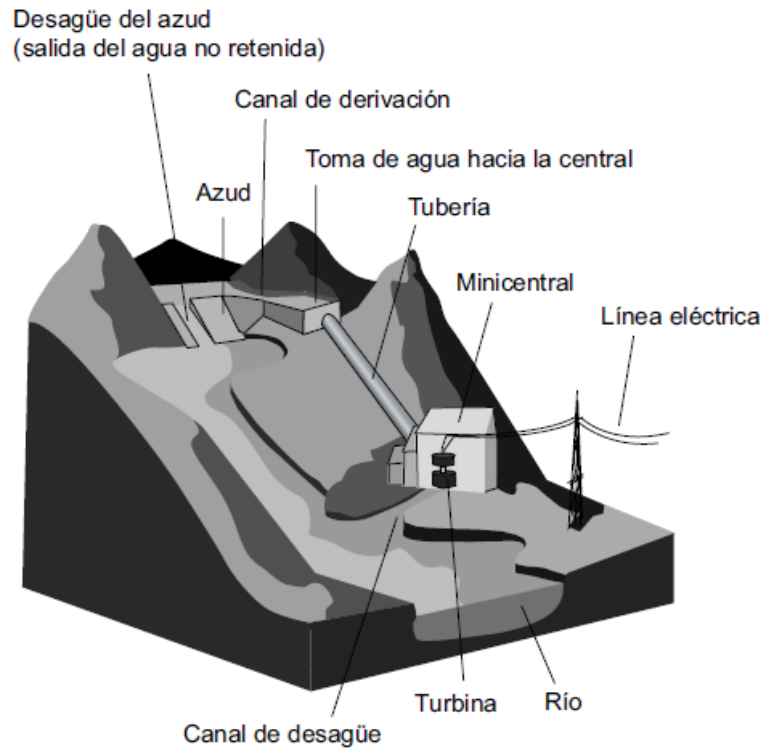
#### 1.1.1.1.2. Centrales de agua fluyente

Las centrales de agua fluyente, Mataix y Plana (1986) las clasifica como las que no cuentan con embalse. La central se instala en el curso del río o en un canal desviado, después el agua es interceptada un dique de contención para ser dirigida a la turbina, para generar energía eléctrica. Estas centrales se pueden sub clasificar como centrales de reserva diaria o semanal.

Las centrales de agua fluyente, Carta González et al. (2009) indica que utiliza un Azud para desviar parte del agua del río al utilizar un canal de

desviación, a través de una tubería de presión conduce el agua hacia el edificio de la central, donde se ubica el generador eléctrico, véase Figura 2.

Figura 2. **Central de agua fluyente**



Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p. 431.

### 1.1.1.2. **Potencia instalada**

Mataix y Plana (1986) clasifica a las centrales hidráulicas, según su límite de potencia como:

- Micro centrales con potencia máxima de 99KW
- Centrales de pequeña potencia con potencias de 100 a 999 KW
- Centrales de potencia media con potencias de 1.000 a 9.999 KW

- Centrales de gran potencia con potencias superiores a 10.000KW

### **1.1.1.3. Altura del salto de agua**

Según Mataix y Plana (1986) el salto neto (la altura puesta a disposición de la turbina) es el que determina el tipo de presa, canal de derivación, conducto forzado y las características de la central de generación de energía como el tipo de turbina, velocidad del grupo, el tipo de generador eléctrico, entre otros.

La clasificación que realiza Mataix (1986) de las centrales, según el salto de agua es la siguiente:

- Saltos de pequeña altura: altura neta  $\leq 14,99$  m
- Saltos de mediana altura:  $15,00 \leq$  Altura neta  $\leq 49,99$  m
- Saltos de gran altura: Altura neta  $\geq 50$  m

### **1.1.1.4. El lugar de instalación**

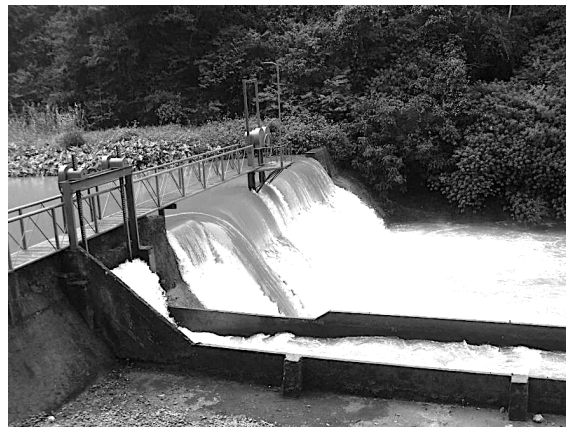
Mataix y Plana (1986) clasifica las centrales, según el lugar de instalación como: centrales de agua fluyente (véase figura 2) que intercepta el curso de un río; centrales de pie de presa (véase figura 1), donde la central se construye al pie del embalse; y centrales subterráneas, la cuales fueron diseñadas en Suecia durante la Segunda Guerra Mundial para evitar ataques aéreos.

### 1.1.2. Obra civil de una central hidráulica

La obra civil de una central hidráulica, según Carta González et al. (2009) lo conforman los elementos de retención y conducción del agua como las compuertas, aliviaderos, la toma de agua, tubería forzada, el canal de descarga, el edificio de la central, entre otros.

En Carta González et al. (2009), entre los elementos de retención y almacenamiento del agua están los azudes y las presas. Los azudes son obstáculos que se colocan en el cauce de los ríos para derivar el caudal de agua requerido para la generación de energía eléctrica. El caudal que no es utilizado para la generación de energía pasa sobre el azud, como se observa en la figura 3, tomada en el mes de abril del año 2016.

Figura 3. Azud planta hidroeléctrica Chichaic

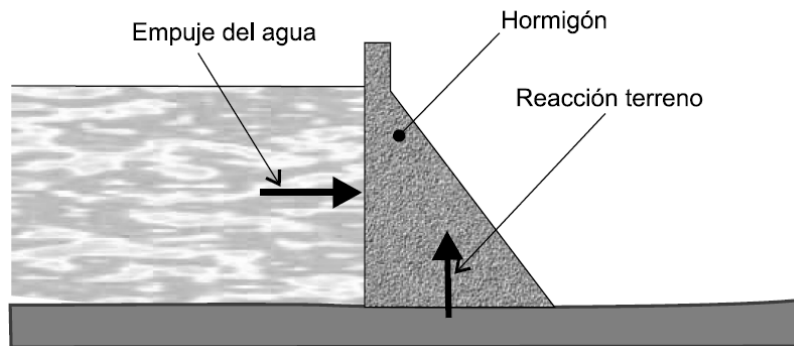


Fuente: Planta hidroeléctrica Chichaic.

Carta González et al. (2009), las presas son estructuras que elevan el nivel del río y crean un embalse. Las presas se clasifican en presas de gravedad (véase figura 4), ya que resisten la presión que ejerce el agua, a través del

propio peso de la presa, y las presas de bóveda que su forma es convexa dirigida al embalse de agua y se apoyan sobre las riberas de los ríos.

Figura 4. Presa de gravedad



Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p. 437.

Entre los elementos de conducción hidráulica, según Carta González et al. (2009), está la toma de agua que cuenta con una rejilla para evitar que entren elementos sólidos como peces o basura al canal de derivación y compuertas para cerrar la entrada de agua cuando se requiera, la toma de agua se ubica en azud o la presa. La cámara de carga es el depósito, donde inicia la tubería forzada. La tubería forzada es la que conduce el agua desde la cámara de carga hasta la turbina del generador.

### 1.1.3. Tipos de turbinas hidráulicas

Para Carta González et al. (2009), la turbina hidráulica es la que convierte la energía cinética del agua en energía mecánica rotacional, y se conecta mecánicamente al generador, a través de un acoplamiento.

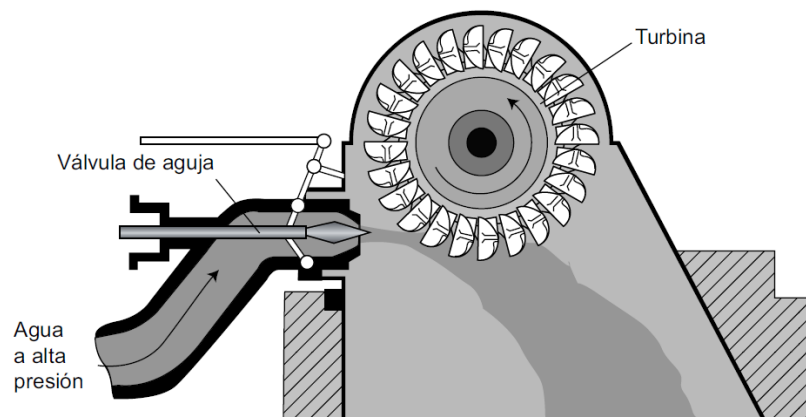


### 1.1.3.1. Turbina Pelton

Las turbinas tipo Pelton, Carta González et al. (2009), es la que consta de una rueda llamada rodete que en su periferia cuenta con una especie de cucharas como se observa en la figura 5. Este tipo de turbinas se utilizan en grandes saltos de agua independientemente de la variación del caudal de agua. El rendimiento de las turbinas Pelton está alrededor del 90 %, esto significa que el 90 % de la energía del agua se convierte en energía mecánica.

Para Carta González et al. (2009), este tipo de turbina consta de uno varios inyectores que dirigen el agua hacia las cucharas del rodete en dirección tangencial, provocando la rotación de la turbina.

Figura 5. Turbina Pelton



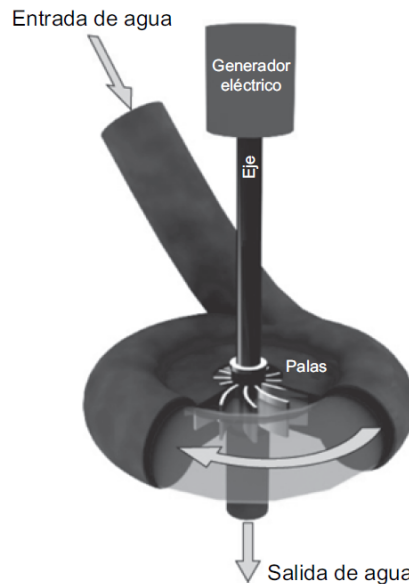
Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p.444.

### 1.1.3.2. Turbina Francis

Carta González et al. (2009), la turbina Francis clasificada entre las turbinas de reacción, entre sus características están que el rodete debe estar

sumergido en el agua para su buen funcionamiento, y que el agua entra en dirección radial y sale en dirección axial como se observa en la figura 6.

Figura 6. **Esquema Turbina Francis**



Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p.446.

Carta González et al. (2009), en condiciones óptimas el rendimiento de la turbina Francis puede llegar a ser el 90 %. Las turbinas Francis pueden ser utilizadas en saltos de agua de 2 a 200 metros.

#### **1.1.4. Generador eléctrico**

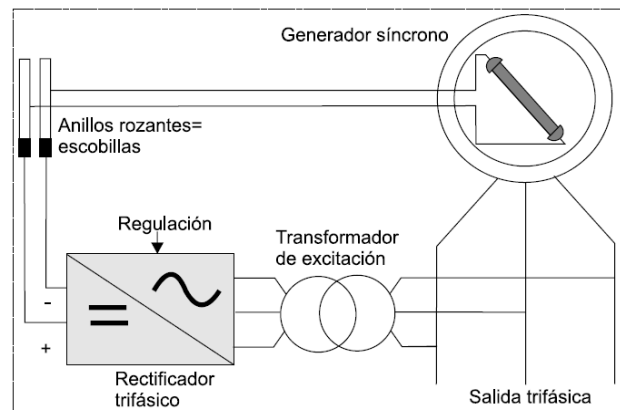
La turbina convierte la energía cinética del agua en energía mecánica rotacional, luego la turbina transmite esta energía mecánica rotacional al generador eléctrico, quien convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Carta González et al. (2009), describe que el generador eléctrico se compone de un rotor (inductor) el cual esta acoplado a la turbina. En el rotor se genera un campo magnético giratorio, debido al campo magnético del rotor (el campo magnético es producida por una corriente continua aplicada en los devanados del rotor) y a la rotación de la turbina. El campo magnético giratorio del rotor induce un campo magnético en el devanado del estator y con ello una corriente eléctrica. Los generadores síncronos son generadores que generan corriente alterna.

La corriente continua suministrada en el rotor para producir un campo magnético puede ser suministrada por mecanismos de excitación, los cuales pueden ser: autoexcitación, excitación auxiliar y excitación sin escobillas.

Según Carta González et al. (2009) la autoexcitación consiste en tomar la corriente en las terminales del generador, transformarla, a través de un transformador (reducir el voltaje), luego rectificar la corriente (convertir la corriente alterna a corriente directa) e inyectar esta corriente directa al rotor a través de escobillas (véase figura 7).

Figura 7. **Autoexcitación del generador eléctrico**



Fuente: Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santos, y Castro Gil, 2009, p.458.

### **1.1.5. Hidroeléctricas del INDE**

El INDE cuenta con nueve hidroeléctricas ubicadas en distintas partes del país y una central térmica ubicada en el departamento de Escuintla.

Hidroeléctrica Chixoy, se ubica en el municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz, tiene una potencia instalada de 300MW con un embalse de regulación anual. Entró en operación en noviembre de 1983. (Comisión nacional de energía eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Aguacapa, se ubica entre los departamentos de Santa Rosa y Escuintla, tiene una potencia instalada de 90 MW, cuenta con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en febrero de 1982. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Jurun Marinalá, se ubica en la Aldea Agua Blanca, interior de la finca el Salto del departamento de Escuintla, tiene una potencia instalada de 60MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en febrero de 1970. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Los Esclavos, se ubica en la aldea Los Esclavos del municipio de Cuilapa del departamento de Santa Rosa, tiene una potencia instalada de 15MW con un embalse a filo de agua. Entró en operación en agosto de 1966. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Santa María, se ubica en el municipio de Zuni del departamento de Quetzaltenango, tiene una potencia instalada de 6MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en junio de 1927. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica El Porvenir, se ubica en municipio de San Pablo del departamento de San Marcos, tiene una potencia instalada de 2.28MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en septiembre de 1968. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica El Salto, se ubica en el municipio de Escuintla del departamento de Escuintla, tiene una potencia instalada de 2MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en el año 1938. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Palín 2, se ubica en el municipio de Palín del departamento de Escuintla, tiene una potencia instalada de 6.1MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en el año 2005. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

Hidroeléctrica Chichaic, se ubica en el municipio de Cobán del departamento de Alta Verapaz, tiene una potencia instalada de 0.6MW con un embalse de regulación diaria. Entró en operación en julio de 1979. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

## **1.2. Gestión de compras**

Las compras son una parte importante toda empresa, lo cual busca el correcto aprovisionamiento de los recursos. En la división que tiene la gestión de compras de toda empresa algunas partes importantes se describen a continuación.

### 1.2.1. Función de aprovisionamiento

En Gómez Aparicio (2013), la división funcional del trabajo consiste en separar las tareas, según sus principales actividades. Entre la división funcional de los trabajos se encuentra la función de aprovisionamiento, que está compuesta por todas las actividades relacionadas para seleccionar, adquirir y almacenar las materias primas necesarias en los procesos.

La importancia en las políticas de la función de aprovisionamiento, según Gómez Aparicio (2013), está en que es la principal relación entre los proveedores y la empresa, y es quien mantiene un menor inventario para evitar costos de almacenamiento y con ello hacer que la empresa sea más competitiva. Los objetivos de la función de aprovisionamiento, según Gómez Aparicio (2013) se muestran en la tabla I.

Tabla I. **Objetivos de la función de aprovisionamiento**

| <b>Minimizar costos</b>   | <b>Maximizar el servicio</b>   |
|---|--|
| Minimizar la inversión en inventarios.  | Contar con el inventario suficiente para la producción.                            |
| Reducir los costos de almacenamiento.   | Optimización de la inversión para que la producción no carezca de materias primas. |
| Minimizar pérdidas por daños, equipos o tecnología obsoleta y artículos que sean perecederos. | Sistema de información de inventarios eficiente.                                   |
| Minimizar los costos en salarios del departamento de aprovisionamiento.                       | Tener un sistema transporte de los inventarios eficiente.                          |

Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 57.

La función de aprovisionamiento debe de mantener el equilibrio, entre minimizar costos y maximizar el servicio.

### **1.2.2. Función de compras**

La función de compras, según Gómez Aparicio (2013), es adquirir los insumos y materiales, en cantidades necesarias, calidad requerida y con precios que sean favorables para la empresa.

Entre los objetivos de la función de compras, según Gómez Aparicio (2013) están:

- Mantener la continuidad en el abastecimiento.
- Asegurar la calidad y cantidad de suministros.
- Definir el nivel que deben tener los inventarios.
- Analizar nuevas fuentes de suministros.
- Mantener los costos de adquisición y mantener los inventarios a niveles adecuados.

Gómez Aparicio (2013), las principales actividades de la función de compras es:

- Estudio de las fuentes de suministro.
- Selección y evaluación de proveedores.
- Control de las especificaciones de calidad requeridas.
- Gestión de negociación: incluye precios, condiciones de pago y plazos de entrega.
- Dar seguimiento de las operaciones realizadas con el proveedor.

- Registro actualizado de productos con información a características técnicas, códigos de identificación, suministradores, precios y condiciones de entrega y pago.
- Realización de pedidos, determinando los volúmenes y fechas de lanzamiento previstos.
- Recepción del pedido y su control de calidad.

El departamento de compras, según Gómez Aparicio (2013), puede ser del tipo horizontal, donde el departamento de compras es quien se encarga de realizar todas las adquisiciones de la empresa, véase figura 8.

Figura 8. **Modelo horizontal del departamento de compras**



Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 59.

El departamento de compras también puede ser del tipo vertical, donde en cada departamento se establece una unidad de compras, véase figura 9.

Figura 9. **Modelo vertical del departamento de compras**

|                |           |
|----------------|-----------|
| Producción     | • Compras |
| Financiero     | • Compras |
| Comercial      | • Compras |
| Administrativo | • Compras |

Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 59.



La matriz Kraljic, según Gómez Aparicio (2013), consiste en agrupar los productos que se compran, según el impacto que tiene en la empresa y el riesgo de suministro de los productos. En la figura 10, se observan los cuadrantes de la matriz Kraljic, donde los productos apalancados son los que tienen una alta oferta en el mercado, los materiales estratégicos son los que tienen poca oferta en el mercado y que requiere de una planificación en su compra, productos rutinarios son los que tienen un bajo impacto económico y el riesgo de suministro es bajo, y los materiales cuello de botella son los que su ausencia producen paros en la elaboración de los productos a pesar que el costo del producto no es significativo.

Figura 10. **Matriz Kraljic**



Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 59.

### 1.2.3. Costo de compras

Gómez Aparicio (2013) describe los criterios del costo de compras de la siguiente forma:

- Primer criterio de costo de compras considera que los gastos de transporte son por parte del proveedor. El costo de compras es el importe neto facturado por el

proveedor que incluye el importe bruto menos los descuentos, bonificaciones o rebajas que se incluyen en la factura. Y los impuestos no recuperables. (Gómez Aparicio, 2013, p. 63).

- El segundo criterio de gastos de transporte, incluye los del primer criterio más los gastos que involucran tener el producto en el almacén de la empresa como transporte, seguros, etc. (Gómez Aparicio, 2013, p. 63).

#### **1.2.4. Control de compras**

En las compras se consideran que se producen dos desviaciones que según Gómez Aparicio (2013) son:

- La económica, también llamada desviación en precios. Cuando se compara el precio preestablecido con el precio efectivo obtenido.
- La técnica, que también es llamada desviación en cantidad. Cuando se compara lo que se tenía preestablecido comprar con lo que realmente se compra.

Estas desviaciones comparan lo planeado con lo real, determinando si lo planificado se está alcanzado o no.

##### **1.2.4.1. Índices de control de compras**

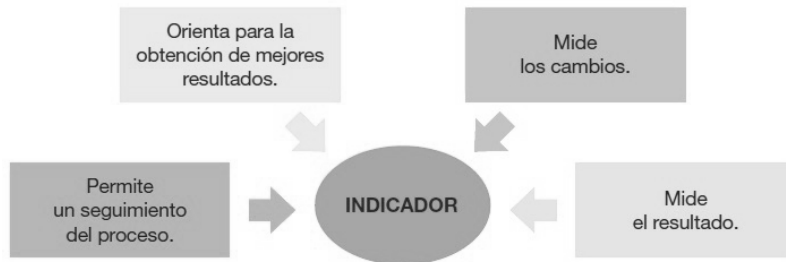
Gómez Aparicio (2009) describe los índices como instrumentos que se utilizan para medir y establecer comparaciones, para tener una visión medible de lo que está sucediendo.

Tabla II. Índices de control de compras

| Índice  | Descripción   | Cálculo  |
|---|---|--|
| Índice de compras                               | Tiene por objeto comparar las compras respecto a las ventas en términos porcentuales.                               | $\frac{\text{Valores de las compras totales}}{\text{Ventas totales del año anterior}} * 100$   |
| Índice del costo del departamento de compras    | Tiene por objeto medir las compras del departamento de compras respecto al valor de las compras.                    | $\frac{\text{Valores de las compras totales}}{\text{Coste del personal de compras}}$   |
| Índice del costo de un pedido de compras        | Tiene por objeto medir el costo del personal de compras respecto al número de pedidos realizados.                   | $\frac{\text{Coste del personal de compras}}{\text{Número de pedidos anuales}}$  |
| Índice de rotación del stock de materias primas | Indica el número de veces que rota el stock medio respecto a la cantidad de materia primas (materiales) comparadas. | $\frac{\text{Compras anuales de materiales}}{\text{Stock medio anual}}$ <p>Si realizamos el cociente</p> $\frac{365}{\text{Índice de rotación del stock de materias primas}}$ <p>Obtenemos el número de días que se tarda por término medio en renovar las existencias en el almacén</p> |
| Índice del período medio de pago                | Mide los días que tarda la empresa por término medio en pagar a sus proveedores                                     | $\frac{365}{\frac{\text{Compras anuales}}{\text{Saldo medio anual de proveedores}}}$   |
| Índice de rechazos                              | Es la relación entre el valor de las devoluciones y el valor de las compras, expresados en términos porcentuales.   | $\frac{\text{Devolución de compras}}{\text{Compras anuales de materiales}}$  |

Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 71.

Figura 11. **Funciones de los indicadores de compras**



Fuente: Gómez Aparicio, 2013, p. 70.

### **1.2.5. Reglamento de compras del INDE**

El consejo directivo del INDE en el punto segundo del acta No. 9-2013 aprueba el reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación. (Reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación, 2013). Este reglamento establece las modalidades de compras del INDE, entre las que se encuentran: Compra directa, invitación a cotizar, invitación a ofertar y contrataciones especiales.

La compra directa se hace con compras no mayores a 90,000 quetzales y se hace, a través de cotizaciones.

La compra por invitación a cotizar se hace con montos mayores a 90,000 quetzales y menores a 900,000 quetzales. Este tipo de compras se hace a través de juntas de invitación a cotizar, quienes son las encargadas de recibir, evaluar y adjudicar las ofertas recibidas.

La compra por invitación a ofertar se hace con montos mayores a 900,000 quetzales. Este tipo de compras se hace a través de juntas de invitación a ofertar, quienes se encargan de recibir, evaluar y adjudicar las ofertas.

### **1.3. La firma digital y su marco legal**

Es importante comprender el funcionamiento de la firma digital y la seguridad que ofrece al usuario, así también como el respaldo legal que tiene la firma digital.

#### **1.3.1. Definición de firma electrónica**

La legislación guatemalteca define a la firma electrónica como:

Los datos en forma electrónica consignada en una comunicación electrónica, o adjuntados o lógicamente asociados al mismo, que pueden ser utilizados para identificar al firmante con relación a la comunicación electrónica e identificar que el firmante aprueba la información recogida en la comunicación electrónica. (Decreto 47-2007, 2007)

#### **1.3.2. Características**

La firma electrónica deberá de cumplir con ciertas características como: autenticación o autoría, integridad, no repudio y confidencialidad del mensaje.

### **1.3.2.1. Autenticación o autoría**

“La autenticación o autoría, acredita que el mensaje proviene de quien, efectivamente, determina que lo envía” (López David, 2012, p. 275).

### **1.3.2.2. Integridad**

“El mensaje no ha sido alterado, en modo alguno, durante el tránsito o camino que sigue desde el envío hasta su recepción. Es decir, llega íntegro al otro extremo” (López, David, p. 275).

### **1.3.2.3. No repudio**

López (2012), el no repudio consiste en que el emisor no puede negar haber enviado el mensaje y el receptor no puede manifestar no haber recibido el mensaje.

### **1.3.2.4. Confidencialidad del mensaje**

La confidencialidad consiste en que solo los interesados tengan acceso al mensaje y que nadie más pueda acceder a ella. “Tal extremo presenta una notable relevancia, a efectos de privacidad de su contenido, por parte de terceros no autorizados. (López David, 2012, p. 275).

## **1.3.3. La criptografía**

La descripción de criptografía es la siguiente:

El método técnico al que recurre la firma electrónica es la criptografía. Se trata de un método que se basa en algoritmos matemáticos que persiguen cifrar el contenido de un mensaje. A través del cifrado, los datos legibles se convierten en ilegibles, por lo que, en consecuencia, únicamente podría accederse a los mismos mediante la clave precisa para descifrarlos. (López David, 2012, p. 276)

Entre las modalidades de cifrado se tiene la criptografía de clave simétrica y la criptografía de clave asimétrica.

López (2012), la criptografía de clave única o clave simétrica es un método donde se utiliza la misma clave para cifrar y descifrar ciertos datos. Esta clave es conocida por el que emite y por el que recibe el mensaje o comunicación. Esto conlleva que exista un método seguro para dar la clave secreta entre ambos interesados.

La criptografía asimétrica o de clave pública se fundamenta en el uso de dos claves. Por un lado, una clave privada que debe ser conocida únicamente por su titular que cifra el documento, por lo que, en consecuencia, la debe mantener en secreto. Y, por otro, una clave pública o clave de verificación matemática que descifra el documento, relacionada matemáticamente con aquélla, que podría ser accesible por cualquier persona. (López David, 2012, p. 278).

A pesar de que ambas claves se encuentran vinculadas, desde un punto de vista matemático, en virtud de su diseño y ejecución, resulta imposible que las personas que conocen la clave pública puedan derivar de la misma la clave privada. (López David, 2012, p. 278).

López (2012) la encriptación asimétrica es la base técnica de la firma electrónica que proporciona autenticidad, no repudio y confidencialidad en los documentos. El proceso de digitalización es el siguiente: Se aplica la función hash al documento (transformación matemática de un documento a una cadena

de bits), se extrae la huella digital del documento, luego se encripta la huella digital y se agrega la clave privada del firmante, se manda el documento digital con la huella digital encriptado y la clave pública del firmante. Cuando el documento es recibido por el destinatario, se extrae la huella digital del documento y se compara con la huella digital recibida que es descriptada con la huella pública del firmante. La integridad de la información es verificada comparando la huella digital que se extrajo localmente con la huella descriptada, los cuales deben coincidir. (p. 278).

#### **1.3.4. Firma electrónica avanzada**

La firma electrónica avanzada cuenta con integridad, no repudio y confidencialidad en el mensaje. Para la legislación guatemalteca, Decreto 47-2008 (2008), la firma electrónica avanzada es el que cumple con los siguientes requisitos:

- Vinculación única con el firmante;
- Permitir la identificación del firmante;
- La firma debe ser creada bajo medios que el firmante tenga bajo su exclusivo control;
- Detectar si hubo algún cambio posterior. (p. 2).

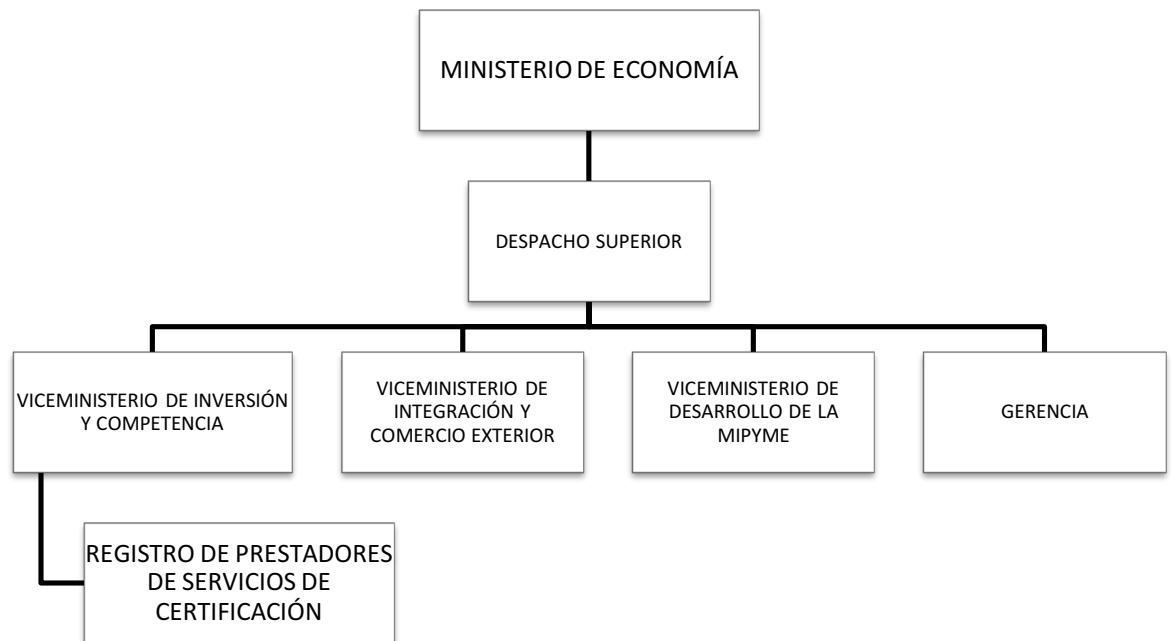
#### **1.3.5. Autoridad certificadora**

Según el Decreto 47-2008 (2008), el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación, sujeto al Ministerio de Economía, es la autoridad certificadora de Prestadores de Servicios de Certificación. La autoridad certificadora tendrá las siguientes funciones:



- a) Autorizar a los prestadores de servicios de certificación.
  - b) Vela el funcionamiento y eficiencia del servicio de cada prestador de servicios de certificación.
  - c) Realizar auditorías a los prestadores de servicios de certificación.
  - d) Dejar sin valor o suspender la autorización para operar como prestador de servicios de certificación.
  - e) Solicitar la información pertinente para el ejercicio de sus funciones.
  - f) Sancionar a los prestadores de servicios de certificación.
  - g) Ordenar la revocación de certificados cuando el prestador de servicios de certificación los emita sin el cumplimiento de las formalidades legales.
  - h) Instruir sobre el adecuado cumplimiento de las normas a las cuales los prestadores de servicios de certificación están sujetas.
  - i) Emitir normas, regulaciones, criterios o principios internacionales reconocidos.
- (p. 6).

Figura 12. **Organigrama Ministerio de Economía de Guatemala**



Fuente: <http://www.mineco.gob.gt/organigrama>, recuperado el 02 de enero de 2016

### **1.3.6. Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas**

La Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas fue creada a través del Decreto 47-2008 del Congreso de la República de Guatemala para facilitar el Comercio Electrónico Nacional e Internacional, permitiendo la modernización de los procesos económicos. Esta ley faculta a las instituciones estatales a utilizar las comunicaciones y firmas electrónicas.

#### **1.3.6.1. Reconocimiento jurídico de las comunicaciones electrónicas**

La ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), le da el reconocimiento jurídico a las firmas y comunicaciones electrónicas. La ley indica que no se podrá negar efectos jurídicos o validez de las mismas.

En la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), si una norma jurídica requiere que una comunicación o un contrato este en un medio impreso físico, que sea firmado por una parte o que se conserve en un formato original, una comunicación electrónica dará por cumplido estos requisitos, siempre que la comunicación electrónica cumpla con lo siguiente: que sea accesible para su consulta posterior; que se pueda determinar la identidad del firmante; el método utilizado para la firma sea fiable; garantía en la integridad de la información que contiene y que se pueda exhibir cuando se solicite. La comunicación electrónica tendrá eficacia, validez para la actuación administrativa, judicial o privada.

En la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), la conservación de las comunicaciones electrónicas deberá de cumplir con lo siguiente: su consulta debe ser accesible; la conservación del formato debe ser en la que originalmente fue generado, enviado o recibido; que se pueda determinar el origen, destino del mensaje, la fecha y hora que fue enviada o recibida.

#### **1.3.6.2. Comunicaciones electrónicas**

La ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), reconoce que los contratos que hayan sido formados, a través de comunicaciones electrónicas cuentan con la valides y fuerza obligatoria.

La ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), determina que la comunicación electrónica lo inicia el iniciador quien inicia la comunicación hacia destinatario. El destinatario determinará si una comunicación es verdadera y que proviene del iniciador cuando: el iniciador haya aplicado un procedimiento acordado anteriormente; cuando la comunicación resulte de los actos de una persona cuya relación con el iniciador, le haya algún método utilizado por el iniciador para identificar una comunicación electrónica como propia.

Si en el iniciador y el destinatario hay un acuerdo de acuse de recibido, pero no está definida la forma o método, ésta podrá ser a través de toda comunicación del destinatario, se automatizada o no; o cualquier acto del destinatario que haga saber al iniciador que ha recibido la comunicación electrónica. Si el iniciador no recibe el acuse de recibido por parte del destinatario, se considera que la comunicación electrónica no ha sido enviada.

Si el iniciador no recibe el acuse de recibido, después de un tiempo acordado o si no hubiera tiempo acordado en un lapso de cinco días, el iniciador dará aviso al destinatario que no ha recibido el acuse de recibido y fijaran un plazo de recepción del acuse de recibido, si después del plazo fijado el iniciador no recibe el acuse de recibido, este considerará que la comunicación electrónica no ha sido enviada.

Si una persona física comete un error en la información en la comunicación electrónica, este puede retirar la parte de la comunicación electrónica con el error si: notifica a la otra parte del error inmediatamente después de detectar el error; si no ha utilizado bienes o servicios y no obtuvo ningún beneficio material de los bienes o servicios.

### **1.3.6.3. Firma electrónica avanzada**

La firma electrónica avanzada deberá estar certificada por una entidad prestadora de servicios de certificación debidamente aprobada por el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación, adscrito al Ministerio de Economía.

La ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), indica que la firma electrónica avanzada tendrá el mismo valor jurídico que una firma manuscrita. Para que la firma electrónica sea fiable tendrá que cumplir con lo siguiente: los datos utilizados para la creación de la firma electrónica deben corresponder al firmante; los datos utilizados en la creación de la firma electrónica debieran estar bajo el control del firmante al momento de la firma; que sea posible detectar cualquier alteración de la firma después de realizada la firma.

Cada firmante deberá proceder con diligencia, para evitar la no adecuada utilización de la firma electrónica o que se utilice sin su consentimiento.

#### **1.3.6.4. Prestadores de servicios de certificación**

Los Prestadores de Servicios de Certificación son entidades autorizadas por el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación, adscrito al Ministerio de Economía, para certificar las firmas electrónicas. Entre las funciones del Registro de Prestadores de Servicios de Certificación están: Registrar, autorizar e inscribir a las empresas que quieran ser prestadores de servicios de certificación en Guatemala.

En la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), los prestadores de servicios de certificación autorizados para prestar sus servicios en el país, podrán realizar, entre otras, las siguientes actividades:

- a) Emitir certificados de firmas electrónicas avanzadas a personas naturales o jurídicas.
- b) Emitir certificados sobre la verificación respecto de la alteración entre el envío y la recepción de las comunicaciones electrónicas.
- c) Ofrecer servicios de creación de firmas electrónicas avanzadas certificadas.
- d) Emitir certificados en relación con la persona que posea un derecho u obligación.
- e) Prestar servicios de registro y estampado cronológico en la generación, transmisión y recepción de las comunicaciones electrónicas.
- f) Prestar servicios de archivo y conservación de comunicaciones electrónicas.
- g) Certificar en los certificados que expidan. (p. 5).

La ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), establece que las sociedades de certificación tendrán entre otros, los deberes siguientes:

- a) Emitir certificados según solicite y se acuerde con el firmante.
- b) Contar con un sistema de seguridad que garantice la emisión de firmas electrónicas avanzadas, así también su conservación.
- c) Confidencialidad con la información que proporciona el firmante.
- d) Garantizar la prestación del servicio de certificación.
- e) Atender las solicitudes o quejas de los firmantes.
- f) Proporcionar la información que le sea requerida por las entidades administrativas competentes y judiciales en relación con las firmas electrónicas y certificados emitidos.
- g) Permitir al Registro de Prestadores de Servicios de Certificación la realización de auditorías.
- h) Definir como prestara el servicio al firmante a través de reglamentos.
- i) Llevar un registro de los certificados. (p. 5).

La terminación de la vinculación entre los firmantes y el prestador de servicios de certificación debe notificar al firmante en un plazo no menor a noventa días si el prestador de servicios de certificación es quien termina el vínculo. Si el firmante es quien termina el vínculo, este debe notificar al prestador de servicios de certificación en un plazo no menor a treinta días.

#### **1.3.6.5. Contenido de los certificados digitales**

Según la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firma electrónicas Decreto 47-2008 (2008), los certificados digitales deben ser emitidos por los Certificadores de Servicios de Certificación debidamente autorizados. La información que deben de contener los certificados son los

siguientes: nombre, dirección y domicilio del firmante; identificación del firmante; datos de la prestadora de servicios de certificación como nombre, dirección y lugar donde realiza sus actividades; la clave pública del usuario; la metodología para verificar la autenticidad de la firma electrónica; el número de serie del certificado y la fecha en que se emite y expira el certificado.

### **1.3.7. Reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas**

El Ministerio de Economía de Guatemala, a través del Acuerdo Gubernativo 135-2009 emite el reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas.

#### **1.3.7.1. Firmas electrónicas por los organismos del estado**

El reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas, Acuerdo Gubernativo 135-2009 (2009), establece que los organismos del Estado están facultados a utilizar firma electrónica avanzada para celebrar contratos y extender cualquier documento que este dentro de su ámbito de competencia. Estos documentos tendrán la misma validez que los expedidos por medio escrito y en soporte de papel. El reglamento también permite que los organismos del estado puedan utilizar la firma electrónica avanzada contratando los servicios de los Prestadores de Servicios de Certificación autorizados.

Los organismos del Estado que utilicen la firma electrónica avanzada deben almacenar de una forma adecuada los documentos garantizando la seguridad, integridad y disponibilidad de la información.

El reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas, Acuerdo Gubernativo 135-2009 (2009), establece que debe existir respaldo de la información almacenada con copias de seguridad, bajo las siguientes características:

- a) La información deberá ser respaldada con cada proceso de actualización de documentos.
- b) Mantener copias de seguridad, una donde se realizan las operaciones de los sistemas de información y la otra en centro de almacenamiento de datos electrónicos.
- c) El esquema de respaldo deberá ser simple, basado en generación de copias acumulativas, con el objeto de mantener la historia de la información en el mínimo de versiones posibles. (p. 4).

El reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas, Acuerdo Gubernativo 135-2009 (2009), la seguridad, integridad y disponibilidad deberán estar caracterizadas por:

- a) Medidas de seguridad y barreras de protección para evitar accesos no autorizados de usuarios.
- b) En caso de fallas en el sistema de seguridad, contar con alarmas para eventos no autorizados.
- c) Sustitución de la información, por la versión más reciente que se disponga, en el menor tiempo posible, casos de alteración no programada de aquella.
- d) Contar con un programa para la restauración del servicio en el menor tiempo posible, en caso que el repositorio deje de operar por razones no programadas. (p. 4).



### **1.3.7.2. Certificados de firma electrónica**

En el reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas, Acuerdo Gubernativo 135-2009 (2009), el certificado de la firma electrónica avanzada evidencia la vinculación entre el firmante y los datos de creación de la firma electrónica.

Los certificados emitidos por un Prestador de Servicios de Certificación autorizado deben contener como mínimo lo siguiente: un código de identificación del certificado; identificación del prestador del servicio de certificación; nombre, dirección de correo electrónico, número de identificación tributaria, cedula de vecindad, código único de identificación o pasaporte del titular del certificado y el plazo de vigencia del certificado.

Solo en las operaciones que le hayan sido autorizadas al propietario del certificado podrá usar el certificado.

El certificado puede quedar sin efecto bajo las siguientes circunstancias: extinción del plazo de vigencia del certificado; a solicitud del propietario (titular) del certificado; fallecimiento del titular; por resolución judicial; cuando el titular no haya actualizado sus datos cuando hubiesen cambios, cancelación o cese voluntario del prestador de servicios de certificación.

### **1.3.7.3. Derechos y obligaciones de los usuarios de firmas electrónicas**

Entre los derechos de los usuarios de firmas electrónicas que se indican en el reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas, Acuerdo Gubernativo 135-2009 (2009), están los siguientes:

que los prestadores de Servicios de Certificación mantengan la confidencialidad de la información proporcionada, ser informado de los precios de los servicios de certificación antes de su emisión, que el Prestador de Servicios de Certificación informe al usuario de firmas electrónicas su sede social en Guatemala, ser informado de cualquier sanción que sea impuesta al Prestador de Servicios de Certificación, cuando el Prestador de Servicios de Certificación cese sus actividades debe informar al usuario de las firmas electrónicas con dos meses de anticipación.

Entre las obligaciones de los usuarios de certificados de firmas electrónicas está: brindar la información exacta y completa de datos de identidad personal, informar al Prestador de Servicios de Certificación de cambios en datos personales y el usuario de servicios de certificación está obligado a custodiar los mecanismos de seguridad del funcionamiento del sistema de certificación.

## **2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados de la investigación se presentan a continuación, los cuales se utilizaron para realizar la propuesta del modelo digital de gestión de compras.

### **2.1. Recolección de información**

Los procedimientos internos del INDE, fueron obtenidos a través de la intranet, los cuales son: Reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación y el Normativo No. 61 para la compra o contratación directa del Instituto Nacional de Electrificación.

La información para analizar los tiempos que duran las gestiones de compras, esta fue recolectada del sistema SAP del INDE, en el anexo I se encuentra tabulado esta información por centro gestor, número de pedido, fecha de pedido, número de orden de compra y pago, fecha de recepción del pedido y el número de días que duró la gestión de compras.

Para los costos que involucra el procedimiento de orden de compra y pago fue tomado el salario promedio del año 2015, para determinar los gastos relacionados al piloto del vehículo, el cual se obtuvo de la página de internet del Ministerio de Trabajo. Para los gastos relacionados al vehículo fue considerado el costo promedio del diesel en el año 2015, y los gastos promedios en el mantenimiento del vehículo.

### 2.1.1. Encuesta del procedimiento de compras

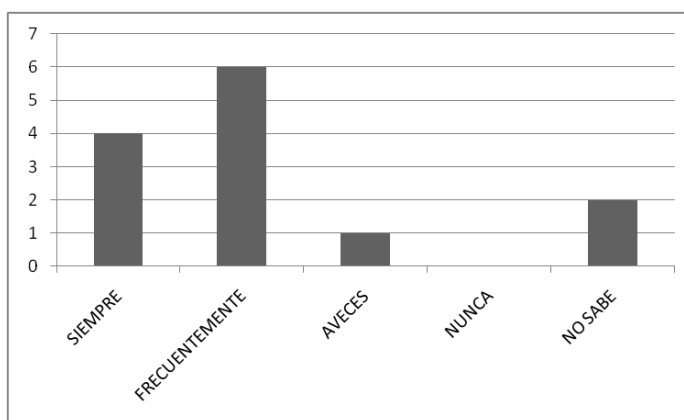
Fue realizada una encuesta a los involucrados en el procedimiento de compras para saber la opinión que tienen respecto al procedimiento de compras de la institución.

Las preguntas se enfocaron en la percepción que tienen con el procedimiento de compras utilizado en la institución, también se realizaron preguntas respecto a la implementación de un modelo digital sustituyendo las firmas manuscritas por firmas electrónicas y teniendo un expediente digital. En el anexo III se encuentra la encuesta realizada

A continuación se presentan los resultados de la encuesta (véase anexo III) realizada con el personal que se ve involucrado en el procedimiento de orden de compra y pago.

Pregunta 1. “Los expedientes de compras están almacenados en un solo lugar”. En la figura 13, se observan los resultados de la encuesta realizada.

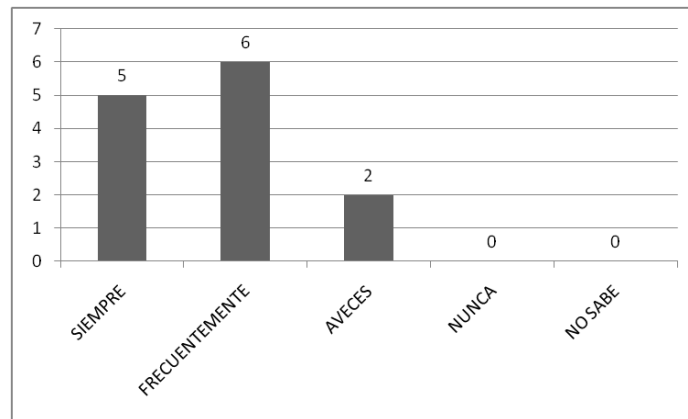
Figura 13. Resultado encuesta, pregunta 1



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 2. “Los expedientes de compras se encuentran disponibles en cualquier momento que lo requiera”. En la figura 14, se observan los resultados de la encuesta realizada.

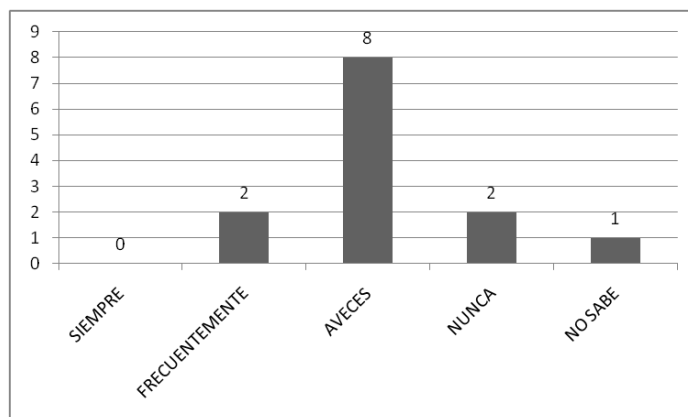
Figura 14. **Resultado encuesta, pregunta 2**



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 3. “Es frecuente la pérdida de la documentación que conforma el expediente de compras”. En la figura 15, se observan los resultados de la encuesta realizada.

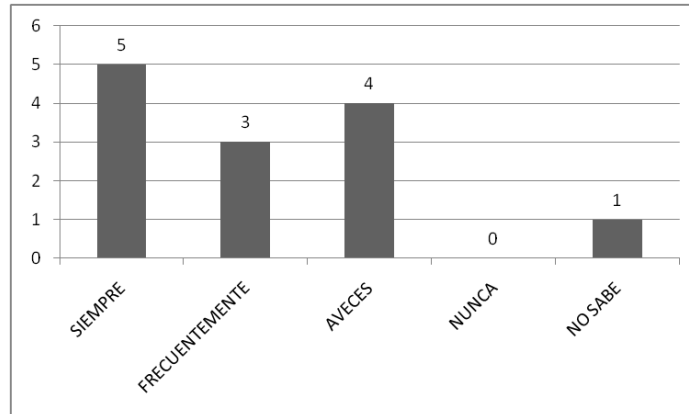
Figura 15. **Resultado encuesta, pregunta 3**



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 4. “El tiempo que dura todo el procedimiento de compras es largo”. En la figura 16, se observan los resultados de la encuesta realizada.

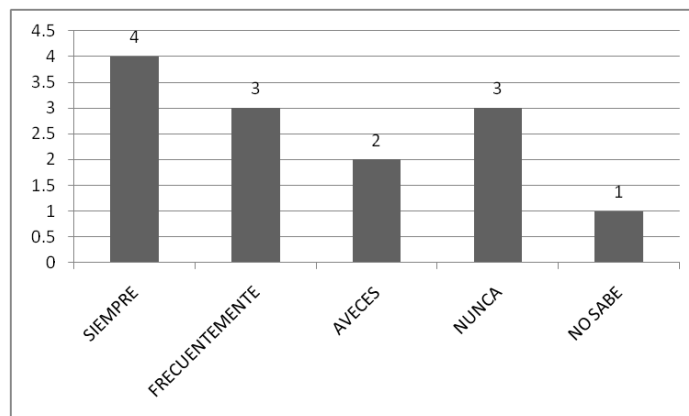
**Figura 16. Resultado encuesta, pregunta 4**



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 5. “La recolección de firmas hace que el procedimiento de compras sea tardado”. En la figura 17, se observan los resultados de la encuesta realizada.

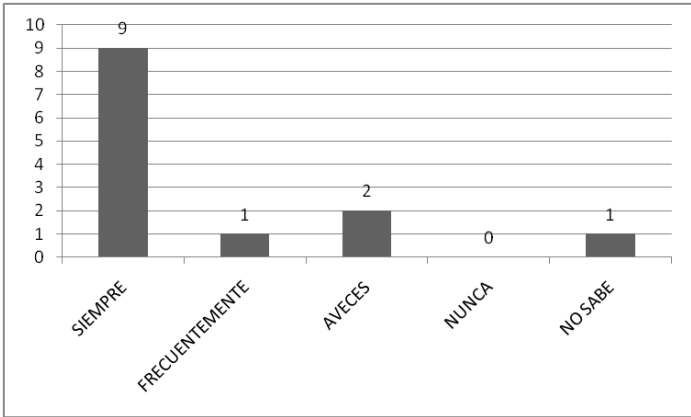
**Figura 17. Resultado encuesta, pregunta 5**



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 6. “Cree que el traslado del expediente de compras afecte el tiempo que tarda el procedimiento de compras”. En la figura 18, se observan los resultados de la encuesta realizada.

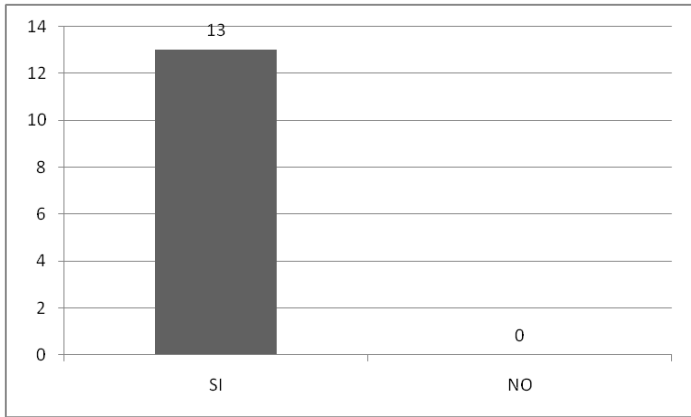
Figura 18. Resultado encuesta, pregunta 6



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 7. “Estaría de acuerdo con la digitalización de la documentación que conforma el expediente de compras”. En la figura 19, se observan los resultados de la encuesta realizada.

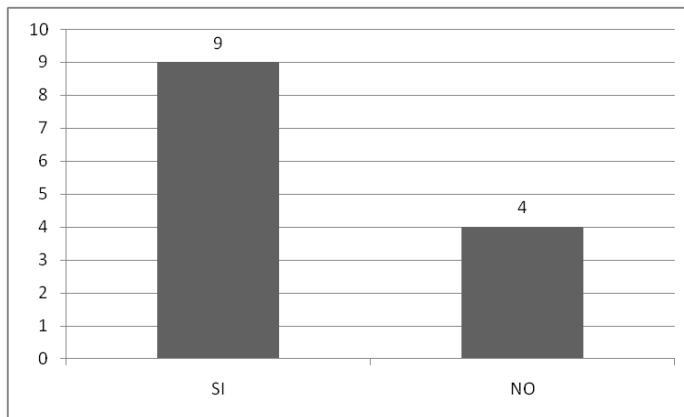
Figura 19. Resultado encuesta, pregunta 7



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 8. “Estaría de acuerdo con sustituir la firma manuscrita por una firma digital”. En la figura 20, se observan los resultados de la encuesta realizada.

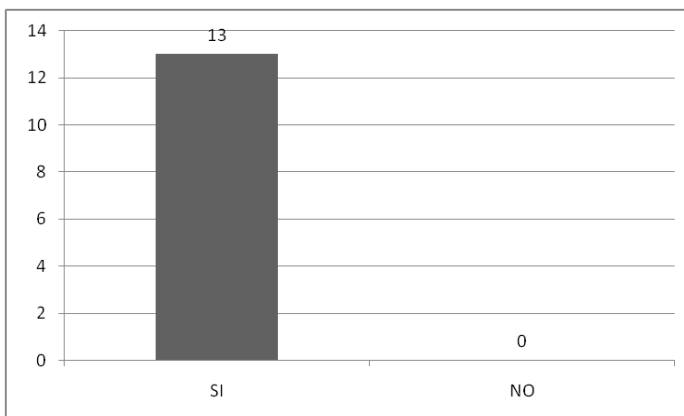
**Figura 20. Resultado encuesta, pregunta 8**



Fuente: elaboración propia.

Pregunta 9. “Le gustaría que el almacenamiento del expediente digital sea en un servidor y que sea disponible en cualquier momento”. En la figura 21, se observan los resultados de la encuesta realizada.

**Figura 21. Resultado encuesta, pregunta 9**

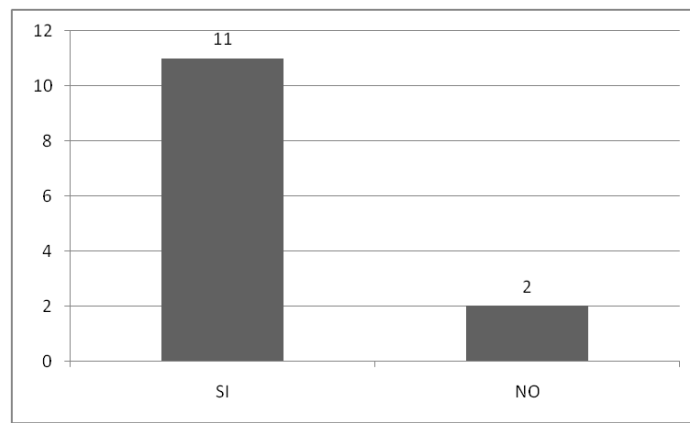


Fuente: elaboración propia.



Pregunta 10. Estaría de acuerdo en que la comunicación con los diferentes involucrados en la gestión de compras sea a través de correo electrónico. En la figura 22, se observan los resultados de la encuesta realizada.

**Figura 22. Resultado encuesta, pregunta 10**



Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Análisis de datos**

Según el procedimiento establecido para las compras, estas se clasifican en tres modalidades, el cual depende el monto en quetzales de la compra. Las compras se clasifican en compras directas, invitaciones a cotizar e invitaciones a ofertar.

- Compra directa, cuyo monto no exceda de 90,000 quetzales
- Invitación a cotizar, cuyo monto exceda los 90,000 quetzales y no exceda los 900,000 quetzales
- Invitación a ofertar, cuyo monto supere los 900,000 quetzales

La forma de pago al proveedor es a través de la modalidad de orden de compra y pago. El procedimiento para la orden de compra y pago establece los responsables que intervienen de cada etapa por la que pasa el expediente de compras, ente los que están:

- Encargado de compras
- Jefe de compras
- Jefe administrativo
- Jefe de dependencia
- Proveedor
- Encargado de bodega
- Departamento de control de calidad financiera
- División de presupuesto
- División de contabilidad.

En el análisis del procedimiento se ha determinado que también se ven involucrados otros responsables, quienes realizan los pedidos o realizan las actas de recepción de equipos cuando se requieren.

- Ingenieros supervisores
- Gestor de mantenimiento
- Encargado de seguridad industrial
- Medico
- Jefe de obra civil
- Encargado de la presa
- Secretarias

De la información registrada en el sistema SAP fueron analizados los tiempos que duran las gestiones de compras durante enero a septiembre del

año 2015. En el histograma de los datos analizados de la figura 13 se observa que los datos se concentran entre 30 y 110 días. Dos datos resultan fuera de este rango con valores de 170 y 210 días. El promedio que duran las compras es de 66 días y la mitad de los datos analizados se ubican debajo de 64 días.

### 2.2.1. Procedimiento de compras utilizado en la empresa

En el reglamento de compras del INDE, existen tres modalidades de compras, las cuales se presentan en la tabla III.

Tabla III. Modalidades de compras del INDE

| Modalidad                   | Monto en quetzales  | Observaciones   | Forma de pago          |
|-----------------------------|---|---|------------------------|
| <b>Compra directa</b>       | Compra cuyo monto no exceda de 90,000 quetzales                                 | La modalidad es a través de cotizaciones. Una cotización cuando el monto sea menor a 30,000 quetzales. Dos cotizaciones cuando el monto sea mayor a 30,000 quetzales y menor a 60,000 quetzales. Tres cotizaciones cuando el monto sea mayor a 60,000 quetzales y menor a 90,000 quetzales. | Orden de Compra y Pago |
| <b>Invitación a cotizar</b> | Compra cuyo monto exceda los 90,000 quetzales y no exceda los 900,000 quetzales | Esta compra se realiza a través de bases de invitaciones a cotizar. La evaluación de las ofertas es evaluada por juntas de invitación a cotizar quienes reciben, evalúan y adjudican las ofertas.   | Orden de Compra y Pago |
| <b>Invitación a ofertar</b> | Compra cuyo monto supere los 900,000 quetzales                                  | Estas compras se realizar a través de invitaciones a ofertar. Las evaluaciones de las ofertas estarán a cargo de juntas de invitación a ofertar, quienes son las encargadas de recibir, evaluar, calificar y adjudicar las ofertas.   | Orden de Compra y Pago |

Fuente: Reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación.

Como lo indica la tabla anterior, independientemente de la modalidad de compra utilizada, la forma de pago al proveedor es a través de la Orden de compra y pago. El procedimiento para la elaboración de la Orden de compra y pago es el que se indica en las siguientes tablas IV al VI.

**Tabla IV. Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 1**

| <b>No.</b> | <b>Responsable</b>   | <b>Actividad específica</b>   |
|------------|--|---|
| <b>1</b>   | Encardado de compras, jefe de compras o jefe administrativo<br>División Presupuestaria | Crea la orden de compra y pago en SAP e imprime la misma, en base a cotización. Inmediatamente solicita a la división de presupuesto la constancia de disponibilidad presupuestaria, cuando aplique. Al recibir el CDP elabora la orden de comprar y pago en SIGES y emite comprobante único de registro de compromiso. |
| <b>2</b>   | Encardado de compras, jefe de compras o jefe administrativo. Jefe de dependencia       | Verifica la orden de compra y pago, firma, sella y la anexa al expediente y lo traslada al jefe de la dependencia o unidad ejecutora. Éste revisa, firma y sella la orden de compra y pago, libera en SAP y devuelve el expediente para que continúe su trámite.  |
| <b>3</b>   | Encardado de compras, jefe de compras o jefe administrativo                            | Notifica al proveedor para entregarle el duplicado de la orden de compra y pago   |
| <b>4</b>   | Proveedor  | El proveedor recibe la orden de compra y pago, sellando y firmando el original y el duplicado. De acuerdo con el periodo de entrega establecido, procede a la entrega del bien o servicio, adjuntando el duplicado de la orden de compra y pago y la factura correspondiente.   |

Fuente: Normativo No. 61 para la compra o contratación directa del Instituto Nacional de Electrificación.

**Tabla V. Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 2**

| No. | Responsable   | Actividad específica  |
|-----|---|---|
| 5   | Encargado de bodega   | <p>Recibe el bien, tomando en cuenta el procedimiento de recepción de materiales y activos, de acuerdo a lo estipulado en los normativos. Para las unidades que no cuenten con almacén en la Gerencia de les corresponda, deben realizar la recepción de los materiales y activos en la bodega regional central. La recepción del bien o activo se debe realizar en concordancia con lo solicitado en la documentación de soporte, y entrega constancia de ingreso al proveedor, mediante fotocopia simple del formulario "Constancia de ingreso a almacén y a inventario". El formulario original deberá adjuntarse al expediente de pago como máximo en los dos días hábiles siguiente a la recepción. Se deberán realizar los registros correspondientes inmediatamente en el sistema SAP.</p> |
| 6   | Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo | <p>Previo a elaborar la liquidación en SIGIES, debe verificar si la factura presentada por el proveedor está sujeta a retención del ISR, de ser así debe solicitar a la División de Contabilidad que se emita la retención correspondiente, posteriormente el Encargado de Presupuesto o la persona que se designe, emite el Comprobante Único de Registro de Devengado, el cual debe quedar en estado SOLICITADO, cuando cuente con el CDP; y en estado de REGISTRADO, cuando no cuente con el CDP.</p>  |
| 7   |   | <p>En el caso de contratación de servicios, el interesado es el responsable de la recepción del mismo, verificando que el proveedor haya prestado el servicio de acuerdo con lo requerido, y elabora la constancia de recepción del servicio.</p>   |
| 8   | Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo | <p>Debe registrar en SAP, la aceptación del servicio para la posterior verificación de la factura.</p>  |

Fuente: Normativo No. 61 para la compra o contratación directa del Instituto Nacional de Electrificación.

**Tabla VI. Procedimiento para la orden de compra y pago, parte 3**

| No. | Responsable   | Actividad específica   |
|-----|---|--|
| 9   | Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo             | Traslada el expediente al Departamento de Control de Calidad Financiera para revisión. Éste lo verifica y, de ser necesario, solicita las aclaraciones pertinentes al Encargado de Compras, Jefe de Compras o Jefe Administrativo.   |
| 10  | Departamento de control de calidad financiera, división de presupuesto. | Remite el expediente a la División de Presupuesto, quienes son los responsables de solicitar el DEVENGADO en SICOIN, únicamente en aquellos casos en que la ejecución presupuestaria no requiera previamente la elaboración de la Constancia de Disponibilidad Presupuestaria y posteriormente remiten el expediente de mérito a la División de Contabilidad para su registro correspondiente. Cuando cuenten con el CDP, el departamento de control de Calidad Financiera deberá remitir directamente a la División de Contabilidad con el CUR de Devengado en estado SOLICITADO. |
| 11  | División de contabilidad  | La división de Contabilidad verifica la factura que llene los requisitos de ley (Retención de IVA, retención de ISR y otras deducciones), aprueba el CUR DEVENGADO, solicita el pago en SICON y posteriormente traslada el expediente a Tesorería para emisión de pago al beneficiario.  |

Fuente: Normativo No. 61 para la compra o contratación directa del Instituto Nacional de Electrificación.

En el procedimiento indicado en la tabla anterior, se observa que intervienen diferentes personas para realizar la Orden de Compra y Pago.

### **2.2.2. Análisis de tiempos del procedimiento de orden de compra y pago**

Debido a que las modalidades de compras del INDE están basadas en Ley de Compras del Estado y que el procedimiento de Orden de compra y pago

es utilizada para las tres modalidades de compra para el registro y pago a los proveedores. El análisis de los tiempos que dura la gestión de compras es a través de los registros en SAP del procedimiento de Orden de compra y pago de cada una de las compras, independientemente de la modalidad de compra.

La población fue tomada de un punto de partida de enero de 2015 a septiembre de 2015, se tomó una muestra del total de gestiones de compra que fueron emitidas en el periodo indicado, calculando la muestra a través de la siguiente ecuación y criterios:

Cálculo de la muestra conociendo el tamaño de la población.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p + q}$$

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Como no se conoce la proporción esperada se toma el criterio de  $p = q = 0.5$ , lo que maximizará el tamaño de la muestra.

Z = 1.962 (seguridad del 95 %)

N = 73 (según información de sistema SAP)

p = 0.5

q = 1 - 0.5 = 0.5

d = 3 % = 0.03

$$n = \frac{73 * (1.962)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.03)^2 * (73 - 1) + (1.962)^2 * 0.5 * 0.5} = 68.4$$

Para tener un 95 % de seguridad, la ecuación indica que la muestra debe contener 68 compras. La muestra de 68 compras representa el 94 % del tamaño total de la población, por tal razón se toma la totalidad de la población que es de 73 compras.

En el anexo I, se encuentra el listado de compras realizadas durante enero a septiembre de 2015. En la tabla VII se encuentran las medidas de tendencia central y de variabilidad de los datos.

**Tabla VII. Medidas de tendencia central y variabilidad**

|                | <b>Moda</b> | <b>Mediana</b> | <b>Media<br/>(Promedio)</b> | <b>Desviación<br/>Estándar</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|----------------|-------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Días</b>    | 68          | 64             | 66                          | 31                             | 23            | 204           |
| <b>Semanas</b> | 10          | 9              | 9                           | 4                              | 3             | 29            |

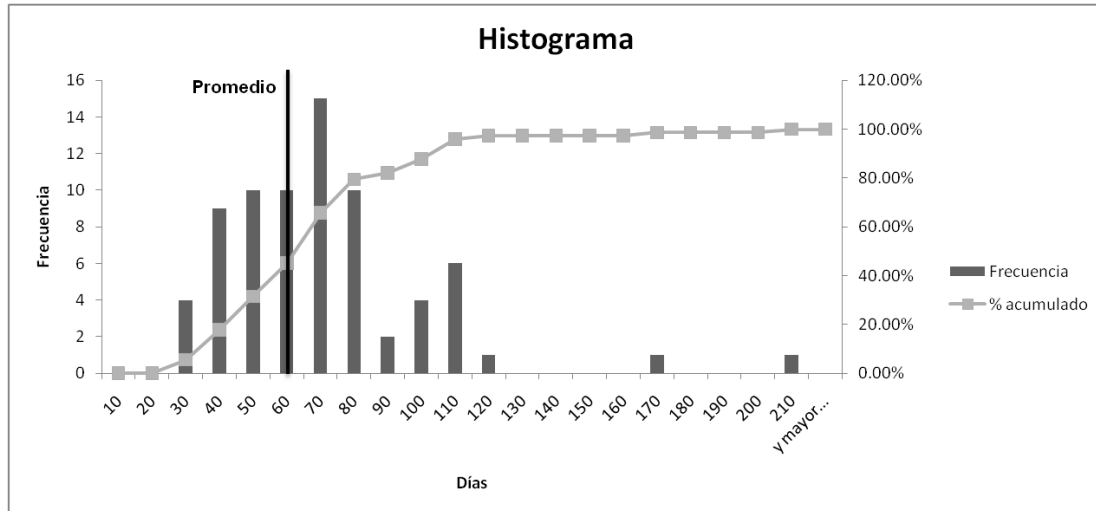
Fuente: elaboración propia.

En los cálculos de medidas de tendencia central y de variabilidad, el dato que ocurre con más frecuencia es de 68 días. El 50 % por ciento de los datos están arriba de 64 días y el otro 50 % por debajo de este valor. El promedio de tiempo es de 66 días con una desviación de 31 días.

El histograma de los datos analizados se visualiza en la figura 13. Se observa que aproximadamente el 5 % de los datos están debajo de 30 días, y el 80 % de los datos se encuentran por debajo de 80 días.



Figura 23. Histograma



Fuente: elaboración propia.

Los dos datos que se alejan considerablemente tienen 168 y 204 días, es debido a que estas compras fueron por mantenimientos predictivos realizados en el mantenimiento mayor de la planta hidroeléctrica. El mantenimiento de la planta dura aproximadamente 3 meses, por tal razón, el tiempo que duró el procedimiento de orden de compra y pago, fue largo.

### 2.2.3. Análisis de gastos económicos en el procedimiento de orden de compra y pago

Para determinar los gastos económicos en el procedimiento de orden de compra y pago, se analizan los gastos que se hacen para el traslado de la documentación de la hidroeléctrica Chixoy, ubicada en el Municipio de San Cristóbal Verapaz del departamento de Alta Verapaz al edificio central del INDE, ubicado en la ciudad de Guatemala, los cuales incluyen los gastos asociados a el piloto y el vehículo.

Para determinar los gastos relacionados al piloto que conduce el vehículo que traslada la documentación, se toma como referencia el salario mínimo en el año 2015, publicado por el Ministerio de Trabajo en su página de internet <http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html> . Se considera que el piloto trabaja 6 horas extras diarias. El resumen de los datos analizados está en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Gasto asociado al piloto**

| <b>Salario mínimo en 2015</b> | <b>Costo hora extra</b> | <b>No. Viajes al mes</b> | <b>Horas extras por día</b> | <b>Horas extras por mes</b> | <b>Costo horas extras al mes</b> | <b>Total por mes</b> |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Q 2,644.40                    | Q 13.12                 | 20                       | 6                           | 120                         | Q 1,574.40                       | Q 4,218.80           |

Fuente: elaboración propia.

El costo asociado al piloto del vehículo es de aproximadamente 4,218.80 quetzales al mes.

Para el gasto económico realizado en el vehículo utilizado para el traslado de la documentación, primero se determina el consumo de combustible y luego los gastos asociados al mantenimiento.

Para tener un aproximado de kilómetros al mes que recorre el vehículo, se toma la distancia de San Cristóbal Verapaz a la Ciudad de Guatemala que es de 210 Km y el número de viajes por semana de 5, el cual da un aproximado de 8,400 Km al mes, como se observa en la tabla IX.

Tabla IX. **Km al mes de recorrido del vehículo**

| No. viajes por semana | km de San Cristóbal Verapaz a Ciudad de Guatemala | km ida y vuelta | km por semana | km al mes |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|-----------|
| 5                     | 210   | 420             | 2,100         | 8,400     |

Fuente: elaboración propia.

Sabiendo el recorrido aproximado en Km al mes del vehículo, se considera un rendimiento de 45 Km por galón del vehículo, con un precio de 18 quetzales el galón para el año 2015. El gasto en combustible al mes es aproximadamente de 3,360 quetzales como se detalla en la tabla X.

Tabla X. **Gasto económico en combustible**

| Km recorridos por el vehículo en 9 meses | Rendimiento del vehículo en Km/galón | Galones consumidos en 9 meses | Precio diesel en el 2015 en Q | Gasto en combustible en 9 meses | Gasto en combustible por mes |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 75,600                                   | 45                                   | 1,680                         | Q18.00                        | Q30,240.00                      | Q3,360.00                    |

Fuente: elaboración propia.

Para el mantenimiento del vehículo, la tabla XI muestra los tipos de mantenimientos que se realizan según el kilometraje y los costos de cada mantenimiento.

Tabla XI. **Tipos de mantenimientos del vehículo**

|                   |         |   |         |
|-------------------|---------|---|---------|
| <b>Menor</b>      | 5000km  | Q | 928.2   |
| <b>Intermedio</b> | 10000km | Q | 1,374.8 |
| <b>Mayor</b>      | 20000km | Q | 1,694.2 |

Fuente: elaboración propia.

En el anexo II se resumen los costos en mantenimientos del vehículo dependiendo del kilometraje. Entre enero a septiembre del 2015 da un gasto

aproximado de 18,007.2 quetzales. El gasto mensual aproximado en el mantenimiento del vehículo es de 2,000.80 quetzales.

Sumando los gastos que involucra el transporte de la documentación de la hidroeléctrica Chixoy al edificio central del INDE, el gasto aproximado mensual es de 9,579.60 quetzales, como se resume en la tabla XII.

Tabla XII. **Gastos por transporte de la documentación**

| <b>Detalle</b> | <b>Costo</b> |                 |
|----------------|--------------|-----------------|
| Piloto         | Q            | 4,218.80        |
| Mantenimiento  | Q            | 2,000.80        |
| Combustible    | Q            | 3,360.00        |
| <b>Total</b>   | <b>Q</b>     | <b>9,579.60</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.4. Análisis cualitativo y cuantitativo del procedimiento de compras**

Entre las características cualitativas del procedimiento compras están:

- El reglamento de compras contrataciones y enajenaciones del INDE establece tres modalidades de compras, entre las cuales están: compra directa, invitación a cotizar e invitación a ofertar. La modalidad de compra depende del monto de la compra.
- Independientemente del tipo de modalidad de compra, la forma de pago que se le hace al proveedor es a través del procedimiento de orden de compra y pago.

- Entre el personal involucrado en el procedimiento para la realización de la orden de compra y pago están: Encargado de compras, Jefe de compras, jefe administrativo, encargado de bodega, departamento de control de calidad financiera, división de presupuesto y división de contabilidad.

Además de las personas que indica el procedimiento, también se ven involucrados en el procedimiento los que realizan la solicitud de la orden de compra o en el caso de que hayan sido asignado para recepcionar una compra y sea necesario levantar un acta de recepción. El puesto que ocupan las personas se listan en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Solicitantes de compras y recepción de compras**

| <b>Solicitante de compra o recepción de compras</b> |
|---|
| Jefatura  |
| Sub jefatura  |
| Ingenieros supervisores                             |
| Jefes de sala de mando                              |
| Gestor de mantenimiento                             |
| Seguridad industrial                                |
| Medico  |
| Jefe obra civil                                     |
| Encargado presa                                     |

Fuente: elaboración propia.

- Para la realización de la orden de compra y pago es necesario que sea autorizado, a través de firmas manuscritas y registrado en el sistema SAP y SIGES. Las personas que realizan la autorización o registros no se ubican en el mismo lugar de trabajo, lo cual hace que el expediente de la compra sea trasladado en vehículos de un punto a otro. En la tabla XIV se clasifica al personal, según su ubicación.

Tabla XIV. **Ubicación del personal involucrado en compras**

|   | <b>Hidroeléctrica Chixoy</b> | <b>Edificio Central</b> |
|---|------------------------------|-------------------------|
| Encargado de bodega                           | X                            |                         |
| Auxiliar de bodega                            | X                            |                         |
| Encargado de compras                          | X                            |                         |
| Auxiliar de compras                           | X                            |                         |
| Gestor de mantenimiento                       | X                            |                         |
| Jefe de compras                               | X                            |                         |
| Jefe de sala de mando                         | X                            |                         |
| Jefe administrativo                           | X                            |                         |
| Jefatura                                      | X                            |                         |
| Sub jefatura                                  | X                            |                         |
| Ingenieros supervisores                       | X                            |                         |
| Seguridad industrial                          | X                            |                         |
| Medico  | X                            |                         |
| Jefe obra civil                               | X                            |                         |
| Encargado presa                               | X                            |                         |
| Secretarias                                   | X                            |                         |
| Departamento de control de calidad financiera |                              | X                       |
| División de presupuesto                       |                              | X                       |
| División de contabilidad                      |                              | X                       |

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla XV, se enlistan los documentos que conforman el expediente que conforma la orden de compra y pago.

Tabla XV. **Documentación del expediente de orden de compra y pago**

| <b>Documentos</b>  | <b>Forma No.</b> |
|--|------------------|
| Tarjeta cronológica  | 741.39 A         |
| Pedido   | 741.34           |
| Constancia escrita de la verificación de existencias en el almacén   |                  |
| Cotizaciones evaluadas o adjudicación de ofertas   |                  |
| Orden de compra y pago SAP   | 741.39           |
| RTU actualizado del proveedor  |                  |
| Constancia de disponibilidad presupuestaria (cuando proceda)   |                  |
| Orden de compra y pago – SIGIES-   |                  |
| Comprobante único de registro –CUR de compromiso-  |                  |
| Liquidación en –SIGIES-  |                  |
| Comprobante único de registro –CUR de devengado-   |                  |
| Factura original y dos fotocopia simples   |                  |
| Constancia de ingreso de almacén y a inventario (cuando aplique)   | 74104-01 "A"     |
| Certificado de garantía de equipo (cuando aplique)   |                  |
| Actas de recepción en caso de servicios (cuando requiera)  |                  |
| Copias varias (Ejemplo: notas de extensión de tiempos de entrega, suspensiones de trabajos, anulaciones, entre otros). |                  |

Fuente: elaboración propia.

Entre las características cuantitativas del procedimiento compras está el tiempo promedio que duran las gestiones de compras que es de 66 días, con un máximo de 204 días y un mínimo de 23 días. Para el transporte del expediente, al mes el vehículo recorre un aproximado de 8,400 Km, con un costo aproximado de 9,579.60 quetzales, véase tabla XVI.

Tabla XVI. **Análisis cuantitativo**

|                                  | <b>Descripción</b>                  | <b>Medición</b> |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Tiempo</b>                    | Promedio en días                    | 66 días         |
|                                  | Máximo                              | 204 días        |
|                                  | Mínimo                              | 23 días         |
| <b>Transporte de expedientes</b> | Recorrido aproximado al mes         | 8400 Km         |
|                                  | Costo por transporte del expediente | Q 9,579.60      |

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Investigación sobre documentos y firmas digitales**

Asistencia a la capacitación del registro de prestadores de servicios de certificación titulado: “El registro de prestadores de servicios de certificación y casos de éxito”.

La investigación del funcionamiento de la firma digital fue realizado, a través de documentos publicados por personas o entidades, entes los que se encuentra el Registro de prestadores de servicios de certificación, entre otros.

En la investigación fue realizado el análisis de las leyes que dan respaldo a la firma electrónica avanzada en Guatemala, entre las leyes están: Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas; Reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas.

Los procedimientos de compras internos del INDE: Reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación y el Normativo No. 61 para la compra o contratación directa del Instituto Nacional de Electrificación.



La información recopilada sobre documentos y firmas digitales se encuentra en el marco teórico, capítulo 1 de este trabajo de graduación.

#### **2.4. Propuesta del modelo digital**

Toda la información analizada fue utilizada para realizar una propuesta de mejora, utilizando documentos y firmas digitales, los cuales se presentan en el siguiente capítulo.



### **3. PROPUESTA DEL MODELO DIGITAL DE GESTIÓN DE COMPRAS**

En la propuesta del procedimiento de compras que utiliza la firma electrónica avanzada, se establece un tiempo de duración en días para que se comuniquen y firmen los documentos digitales por parte de los involucrados en el procedimiento, esto según vaya avanzando el expediente. Sumando los tiempos, se tiene que el procedimiento propuesto utilizando la firma electrónica avanzada es de 31 días, considerando que no hubiera atrasos en cada paso del procedimiento propuesto.

Para evitar que la documentación sea trasladada de un punto a otro, evitando también la pérdida de documentación que conforme el expediente, el expediente se almacena en un servidor de archivos el cual será accesible para todos los interesados.

Para el gasto económico aproximado que conlleva trasladar los documentos desde la hidroeléctrica hacia la ciudad de Guatemala es de 9,579.60 al mes, el cual incluye los gastos en combustible del vehículo, gastos en el mantenimiento del vehículo y gastos asociados al salario y horas extras del piloto del vehículo.

En el modelo de gestión de compras propuesto, se evita el traslado de la documentación, debido a que el expediente digital se almacena en un servidor de datos.

Analizar el procedimiento de compras, se determinó que son necesarios 19 usuarios en la Hidroeléctrica Chixoy y 10 para el edificio central, ubicado en la ciudad de Guatemala.

### 3.1. Equipo requerido para implementar el modelo digital

Además del certificado de la firma electrónica avanzada autorizado por un Prestador de Servicios de Certificación, el equipo y software necesario para poder utilizar la firma electrónica avanzada se describe en las tablas XVII y XVIII.

Tabla XVII. **Hardware**

| <b>Hardware</b>                    | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|-----------------|
| Computadora de escritorio o Laptop | 29              |
| Escáner                            | 29              |
| Token                              | 29              |
| Servidores de computación          | 2               |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Software**

| <b>Software</b>                | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|-----------------|
| Windows 7 o superior           | 29              |
| Microsoft Word 2007 o superior | 29              |
| Acrobat Profesional            | 29              |
| Microsoft Outlook              | 29              |
| Controladores para el Token    | 29              |
| Windows Server                 | 2               |

Fuente: elaboración propia.

En la empresa, todas las personas que se ven involucrados en el procedimiento de compras, cuentan con computadoras con el sistema operativo Microsoft Windows instalado y los programas Microsoft Word como editor de texto y Microsoft Outlook para el correo electrónico. Para la lectura de documentos con extensión PDF utilizan Acrobat Reader. Lo que hace falta para utilizar la firma electrónica sería el Token (hardware), los controladores del Token y el Acrobat Profesional (Software) y los servidores, véase tabla XIX. Los costos anuales corresponden a la renovación de los certificados de la firma electrónica avanzada, véase tabla XX.

**Tabla XIX. Costo inicial para el procedimiento propuesto**

| <b>Descripción</b>  | <b>Ya se tiene</b> | <b>Cantidad requerida</b> | <b>Costo</b> | <b>Total</b>        |
|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------|---------------------|
| Computadoras        | Si                 | 0                         | Q -          | Q -                 |
| Escáner             | No                 | 29                        | Q 500.00     | Q14,500.00          |
| Token               | No                 | 29                        | Q 800.00     | Q 23,200.00         |
| Servidor            | No                 | 2                         | Q30,000.00   | Q60,000.00          |
| Windows             | Si                 | 0                         | Q -          | Q -                 |
| Microsoft Word      | Si                 | 0                         | Q -          | Q -                 |
| Microsoft Outlook   | Si                 | 0                         | Q -          | Q -                 |
| Acrobat Profesional | No                 | 29                        | Q 300.00     | Q 8,700.00          |
| Drivers Token       | No                 | 29                        | Q -          | Q -                 |
| Windows Server      | No                 | 2                         | Q 8,000.00   | Q16,000.00          |
| <b>Gran total</b>   |                    |                           |              | <b>Q 122,400.00</b> |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XX. Costo anual de operación del procedimiento propuesto**

| <b>Descripción</b>                                    | <b>Ya se tiene</b> | <b>Cantidad requerida</b> | <b>Costo</b> | <b>Total</b> |
|---|--------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| Renovación del Certificado Firma Electrónica Avanzada | No                 | 29                        | Q 700.00     | Q 20,300.00  |

Fuente: elaboración propia.

También es necesario contar con acceso a la intranet o internet para enviar y recibir los documentos.

### 3.2. Usuarios para las firmas electrónicas

Los usuarios para las firmas electrónicas en la hidroeléctrica Chixoy son los que elaboran la solicitud de pedido de compra, los que intervienen directamente en el procedimiento de compras y cuando sea necesario realizan actas de recepción de equipos nuevos o de finalización de contratos. En la tabla XXI se enlista al personal mencionado.

Tabla XXI. **Usuarios de firmas digitales Hidroeléctrica Chixoy**

| <b>Usuarios firma digital</b> | <b>Cantidad</b> |
|-------------------------------|-----------------|
| Auxiliar de bodega            | 1               |
| Auxiliar de compras           | 1               |
| Encargado de bodega           | 1               |
| Encargado de compras          | 1               |
| Encargado presa               | 1               |
| Gestor de mantenimiento       | 1               |
| Ingenieros supervisores       | 4               |
| Jefatura                      | 1               |
| Jefe administrativo           | 1               |
| Jefe de compras               | 1               |
| Jefe obra civil               | 1               |
| Medico                        | 1               |
| Secretarias                   | 3               |
| Seguridad industrial          | 1               |
| Sub jefatura                  | 1               |
| <b>Total</b>                  | <b>19</b>       |

Fuente: elaboración propia.

Los usuarios de firmas electrónicas en el edificio central, son los que indica el procedimiento para hacer la orden de compra y pago. La cantidad por cada departamento administrativo que pase el expediente serán de dos firmas para evitar inconvenientes a la hora que el trabajador que tenga la responsabilidad de firmar los documentos electrónicamente no esté presente. Véase tabla XXII.

**Tabla XXII. Usuarios de firmas digitales Edificio Central**

| <b>Usuarios firma digital Edificio Central</b> | <b>Cantidad</b> |
|--|-----------------|
| Departamento de control de calidad financiera  | 2               |
| Registro sección de control presupuestal       | 2               |
| Registro división de contabilidad              | 2               |
| Tesorería                                      | 2               |
| Recepción del proveedor                        | 2               |
| <b>Total</b>                                   | <b>10</b>       |

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Proceso de gestión de compras con el modelo digital**

El modelo digital propuesto para la gestión de compras consiste en sustituir las firmas manuscritas, por la firma electrónica avanzada y los documentos impresos en papel, por documentos digitales en formato PDF. En las tablas del XXIV al XXXIV, se describe el procedimiento de compras utilizando las firmas electrónicas avanzadas.

El almacenamiento de los documentos, se hará en un servidor de archivos ubicado en el edificio central de la ciudad de Guatemala. Este servidor de archivos contará con otro servidor de archivos de respaldo. El servidor de archivos de respaldo realizará una copia cada veinticuatro horas, para asegurar que alguna falla en el servidor principal no se pierda la información almacenada.

Solo el personal mencionado en el procedimiento de compras propuesto tendrá acceso a los documentos almacenados en el servidor de archivos, los cuales tienen permitido crear carpetas, agregar y copiar archivos, pero no tendrán permitido borrar o modificar archivos. Para que cada usuario tenga acceso al servidor deberá estar conectado a la red interna de la empresa y contar con un acceso directo a una carpeta llamada PLANTA HIDROELÉCTRICA CHIXOY, ubicada en el Servidor de Archivos.

Deberá haber un control de quienes agregan o copian archivos del servidor de archivos, registrando las fechas y horas que se agregaron o copiaron archivos, para un mayor control y análisis futuros en el procedimiento de compras.

En el servidor, el encargado de compras creará una carpeta con el siguiente nombre: "*Expediente No. XXXX. Chixoy. Fecha*". Como ejemplo para identificar una carpeta con el número de expediente No. 123456 cuya solicitud de pedido fue el 01/01/2016 sería: "*Expediente No. 123456. Chixoy. 01 de enero de 2016*".

En la tabla XXIII se describe como se identificarán los archivos que serán subidos a la carpeta correspondiente en el servidor de archivos. Se tomó los datos del ejemplo anterior, la orden de compra y pago quedaría de la siguiente manera: "Orden de compra y pago SAP. Expediente No. 123456. Chixoy. v1".



**Tabla XXIII. Identificación de documentos en el servidor de archivos**

| <b>Documentos</b>   |
|---|
| Tarjeta cronológica. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Solicitud de Pedido. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Constancia de existencias en el Almacén. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Cotizaciones evaluadas. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n   |
| Adjudicación de ofertas. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Orden de compra y pago SAP. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n   |
| RTU proveedor. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Disponibilidad presupuestaria. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Orden de compra y pago SIGIES. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| CUR de compromiso. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Liquidación en SIGIES. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| CUR de devengado. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n   |
| Factura del proveedor. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Constancia de ingreso de almacén y a inventario. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Devengado de SICOIN. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Certificado de garantía de equipo. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Actas de recepción en caso de servicios. Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n  |
| Copias varias (Ejemplo: notas de extensión de tiempos de entrega, suspensiones de trabajos, anulaciones, etc.). Expediente No. xxxx. Chixoy. v1...n |

Fuente: elaboración propia.

Como no se pueden borrar o modificar los documentos ubicados en las carpetas creadas en el servidor de archivos, y si por alguna razón es necesario cambiar o modificar un documento, se colocará v1, v2... al final del nombre para identificar cuál es la última versión del documento subido. Como ejemplo, se tomó el documento de orden de compra y pago, el cual quedaría de la siguiente manera:

- Primera versión del documento subido: “Orden de compra y pago SAP. Expediente No. 123456. Chixoy. v1”
- Segunda versión del documento subido: “Orden de compra y pago SAP. Expediente No. 123456. Chixoy. v2”

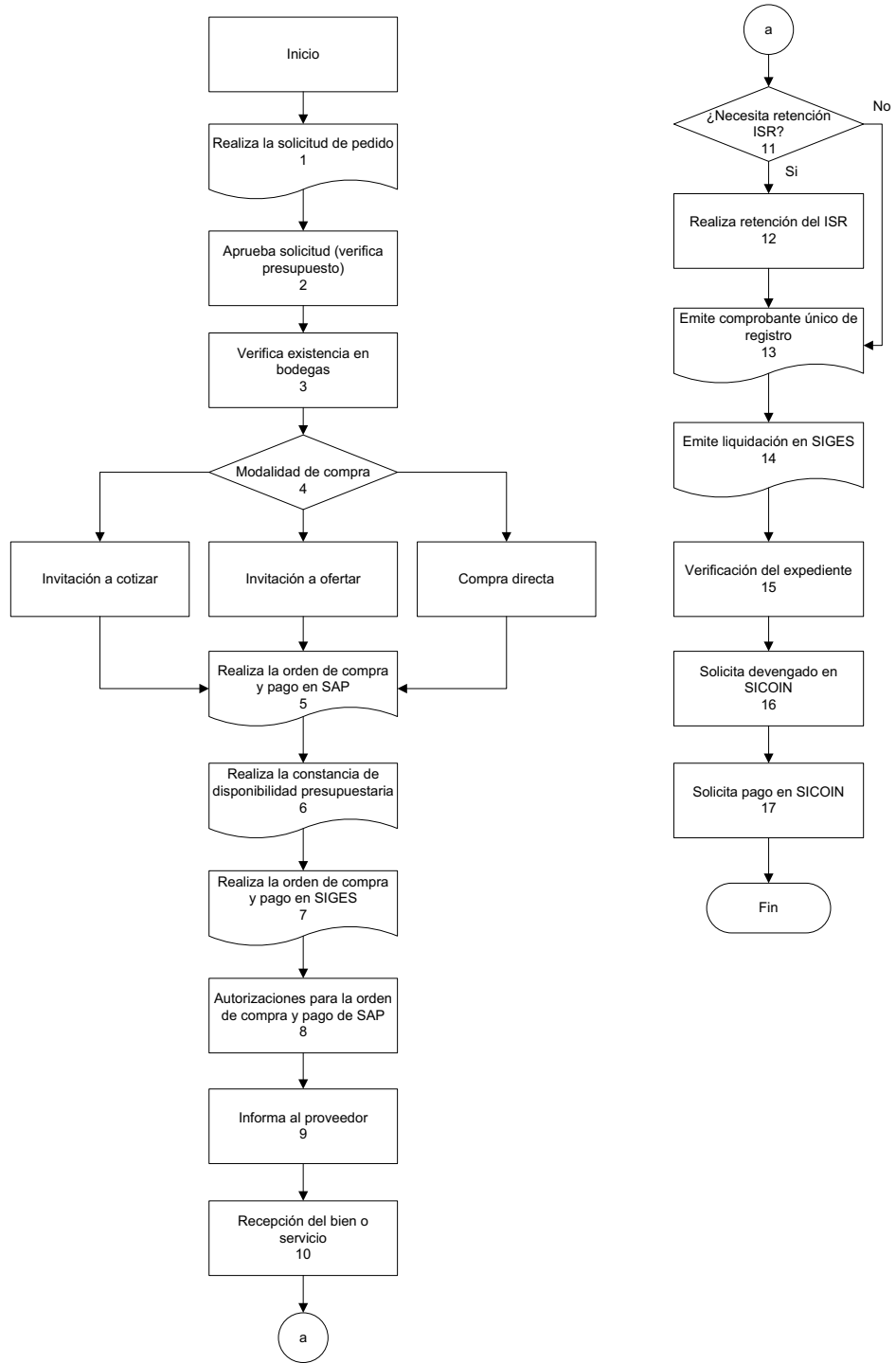
En las siguientes tablas se describe la propuesta del procedimiento de compras utilizando documentos digitales y firmas electrónicas avanzadas. Se describen las actividades junto con el responsable. La forma de comunicación entre los responsables es a través de correos electrónicos y los documentos se amanecerán en la carpeta correspondiente en el servidor de archivos.

Se ha asignado un tiempo en días para cada actividad, el cual sumando todas da un total de 31 días para el procedimiento de compras propuesto, el cual es menor a los 66 días promedio del procedimiento de compras analizado en los capítulos anteriores.

Si llegara el caso que el destinatario del correo electrónico, después de un día no haya dado el acuse de recibido por el mismo medio o que el buzón de correo del receptor este lleno, el emisor del correo deberá llamar por teléfono al destinatario para confirmar si ha recibido el correo electrónico.

Los correos electrónicos que se envíen deberán realizar una consulta automática de recepción y lectura como método secundario de confirmación que el destinatario haya recibido el correo.

Figura 24. Diagrama de flujo del modelo de compras propuesto



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Propuesta procedimiento de compras, parte 1

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO  |                     |  | PROPUESTA  |     |      |
|---|---------------------|--|--|-----|------|
| Resumen del procedimiento   | Documento generado  | Firma  | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No. | Días |
| <b>Interesado.</b><br>Elabora solicitud de pedido<br><br><b>EL INTERESADO ENVÍA LA SOLICITUD DEL PEDIDO AL ENCARGADO DE COMPRAS</b> | Solicitud de pedido | Solicitud de pedido solicitante<br>Aprobación de jefe de dependencia | <b>Interesado (solo para compra directa)</b><br>+Elabora solicitud de pedido e imprime en forma digital el documento en formato PDF<br>+Firma con la firma electrónica avanzada y<br>+Envía el documento por correo electrónico al Jefe de dependencia   | 1   | 1    |
|   |                     |  | <b>Jefe de dependencia (solo para compra directa)</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Revisa la solicitud de pedido y si procede firmar con la firma electrónica avanzada. Envía el documento con las dos firmas al encargado de compras   | 2   | 1    |
|   |                     |  | <b>Encargado de compras (solo para compra directa)</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio y solicitan al encargado de bodega verificar existencias, a través de un correo electrónico.<br><br><b>Encargado de bodega (solo para compra directa)</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio y verifica existencias en bodega.<br>+Elabora un documento indicando las existencias en bodega y firma utilizando la firma electrónica avanzada y se lo envía al encargado de compras por correo electrónico.<br><br><b>Encargado de compras (solo para compra directa)</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Si procede, crea una carpeta en el servidor, agrega la solicitud de compras a la carpeta correspondiente y el comprobante de existencias de bodega. | 3   | 3    |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Propuesta procedimiento de compras, parte 2

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |   |                       | PROPUESTA   |     |      |
|--|---|-----------------------|---|-----|------|
| Resumen del procedimiento  | Documento generado  | Firma                 | Actividades propuestas para el procedimiento de compras   | No. | Días |
| <b>Modalidad de compra:</b><br><b>Compra directa</b><br><b>Invitaciones a cotizar</b><br><b>Invitaciones a ofertar</b> | Términos de referencia, ofertas. El expediente completo invitación a ofertar. Términos de referencia, ofertas. El expediente completo | Cotizaciones Jefatura | <b>Compra directa</b><br>Encargado de compras.<br>+Digitaliza las cotizaciones a formato PDF<br>+Envía las cotizaciones a la Jefatura por correo electrónico  | 4   | 4    |
|  |   |                       | <b>Jefatura</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Firma con la firma electrónica avanzada la cotización seleccionada<br>+Envía vía correo electrónico las cotizaciones al encargado de compras.   | 4   | 1    |
|  |   |                       | <b>Encargado de compras</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Agrega las cotizaciones o expedientes de invitaciones a ofertar o cotizar (según sea el caso) al expediente y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor<br>+Archiva los documentos impresos en papel. | 4   | 1    |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Propuesta procedimiento de compras, parte 3

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |                                  |       | PROPUESTA  |  |              |
|--|----------------------------------|-------|--|--|--------------|
| Resumen del procedimiento  | Documento generado               | Firma | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No.  | Días         |
| <b>Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo</b><br>Crea la orden de compra y pago en SAP<br>Imprime el documento<br><br><b>SOLICITA A DIVISIÓN DE PRESUPUESTO CDP (cuando aplique)</b><br><br><b>División de presupuesto.</b><br>Realiza la constancia de disponibilidad presupuestaria CDP (cuando aplique)<br><br><b>ENVIA A ENCARGADO DE COMPRAS DE LA HIDROELECTRICA EL CDP (cuando aplique)</b><br><br><b>Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo</b><br>Elabora orden de compra y pago en SIGES y emite comprobante único de registro de compromiso | Orden de compra y pago de SAP    |       | <b>Encargado de compras</b><br>+Crea la orden de compra pago en SAP e imprime digitalmente el documento en formato PDF y sube la orden de compra y pago a la carpeta correspondiente en el Servidor.<br>+Envía correo electrónico a la división de presupuesto solicitando el CDP (Cuando aplique).  | 5  | Continuación |
|  | CDP (cuando requiere)            |       | <b>División de presupuesto</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Realiza la constancia de disponibilidad presupuestaria CDP (cuando aplique), lo imprime digitalmente en formato PDF y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor.<br>+Envía correo electrónico al encargado de compras indicándole que la constancia de disponibilidad presupuestaria CDP está subida al expediente en la carpeta correspondiente en el servidor (cuando aplique). | 6  |              |
|  | Orden de compra y pago en SIGIES |       |  | <b>Encargado de compras</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Elabora orden de compra y pago en SIGES y emite comprobante único de registro de compromiso y lo imprime en formato PDF y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor. | 7            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Propuesta procedimiento de compras, parte 4

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |                    |   | PROPUESTA  |     |              |
|--|--------------------|---|--|-----|--------------|
| Resumen del procedimiento  | Documento generado | Firma   | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No. | Días         |
| <b>Encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo</b><br>Verifica la orden de compra y pago y firma y sella<br><br><b>ENVIA EL EXPEDIENTE AL JEFE DE DEPENDENCIA O UNIDAD EJECUTORA</b><br><br><b>Jefe de dependencia o unidad ejecutora</b><br>Revisa, firma y sella la orden de compra y pago, y libera en SAP y devuelve el expediente<br><br><b>ENVÍA EL EXPEDIENTE DE REGRESO A ENCARGADO DE COMPRAS</b> |                    | Orden de compra y pago de SAP                                     | <b>Encargado de compras</b><br>+Firma con la firma electrónica avanzada la orden de compra y pago y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor.<br>+Envía un correo electrónico al jefe de dependencia solicitándole su firma en la orden de compra y pago e indicándole que el documento esta subido en el servidor.                     | 8   | Continuación |
|  |                    | Firma encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo |  |     |              |
| <b>Encargado de compras, jefe de compras firma o jefe administrativa.</b><br>Notifica al proveedor para entregarle duplicado de compra y pago.   |                    | Firma el jefe de dependencia                                      | <b>Encargado de compras, jefe de compras firma o jefe administrativo.</b><br>+ Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Imprime en papel dos copias de la orden de compra y pago con las firmas digitales correspondientes.<br>+Notifica al proveedor para entregarle duplicado de compra y pago. | 9   | 1            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Propuesta procedimiento de compras, parte 5

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |  |  | PROPUESTA   |     |      |
|--|--|--|---|-----|------|
| Resumen del procedimiento  | Documento Generado   | Firma  | Actividades propuestas para el procedimiento de compras   | No. | Días |
| <p><b>Proveedor</b><br/>Recibe la orden de compra y pago, sellando y firmando el original y el duplicado.</p> <p><b>Proveedor</b><br/>Procede a la entrega del bien o servicio, adjuntando el duplicado de la orden de compra y pago y la factura correspondiente.</p> | <p>Duplicado de la orden de compra y pago SAP</p> <p>Factura correspondiente</p> | <p>Orden de compra y pago<br/>Firma el proveedor</p> | <p><b>Proveedor</b><br/>Firma de forma manuscrita las dos impresiones de la orden de compra y pago.</p>   | 9   | 2    |
|  |  |  | <p><b>Encargado de compras</b><br/>+Digitaliza la orden de compra y pago que el proveedor firmó en formato PDF y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor.<br/>+Archiva la orden de compra y pago impresa en papel que el proveedor firmó.</p> |     | 1    |
|  |  |  | <p><b>Proveedor</b><br/>Entrega el bien o servicio junto al duplicado de la orden de compra y pago, y la factura correspondiente.</p>   |     | 10   |

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXIX. Propuesta procedimiento de compras, parte 6

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO  |                                 |  | PROPUESTA  |     |      |
|---|---------------------------------|--|--|-----|------|
| Resumen del procedimiento   | Documento generado              | Firma  | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No. | Días |
| <b>Encargado de bodega.</b><br>Recibe el bien, llenando el formulario correspondiente "Constancia de ingreso a almacén y a inventario" y agrega el formulario original se agrega al expediente. | Constancia de ingreso a almacén | Constancia de ingreso a almacén.<br><br>Firma el guardalmacén o empleado correspondiente<br><br>Jefe de la oficina que administra los fondos | <b>Encargado de bodega</b><br>+Recibe el bien, llenando el formulario correspondiente "Constancia de ingreso a almacén y a inventario", digitaliza el documento en formato PDF y firma con la firma electrónica avanzada.<br>+ Envía vía correo electrónico la Constancia de Ingreso a Almacén al Encargado de Compras   | 10  | 1    |
|   |                                 |  | <b>Encargado de compras</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Firma la constancia de ingreso a almacén y a inventario utilizando la firma electrónica avanzada.<br>+Digitaliza en formato PDF la factura entregada por el proveedor y archiva la factura impresa en papel.<br>+ Sube a la carpeta correspondiente en el servidor la factura digitalizada y la constancia de ingreso a almacén y a inventario, con las firmas correspondientes. |     | 1    |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Propuesta procedimiento de compras, parte 7

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO  |   |       | PROPUESTA   |     |              |
|---|---|-------|---|-----|--------------|
| Resumen del procedimiento   | Documento generado  | Firma | Actividades propuestas para el procedimiento de compras   | No. | Días         |
| <p><b>Encargado de compras, jefe de compras firma o jefe administrativo.</b><br/>Verifica si la factura presentada por el proveedor está sujeta a retención del ISR, de ser así debe solicitar a la división de contabilidad que se emita la retención correspondiente.</p> <p><b>Encargado de presupuesto o persona asignada</b><br/>Emite comprobante único de registro de devengado el cual debe quedar en estado SOLICITADO cuando cuente con el CDP; y en estado REGISTRADO, cuando no cuente con CDP</p> <p><b>Encargado de compras, jefe de compras firma o jefe administrativo.</b><br/>Elabora la liquidación en SIGIES.</p> | <p>CUR devengado, en estado SOLICITADO cuando cuente con CDP</p>    |       | <p><b>Encargado de compras</b><br/>+Verifica si la factura presentada por el proveedor está sujeta a retención del ISR, de ser así debe solicitar vía correo electrónico a la división de contabilidad que se emita la retención correspondiente.</p>   | 11  | Continuación |
|   | <p>CUR devengado, en estado REGISTRADO cuando no cuente con CDP</p> |       | <p><b>División de contabilidad (cuando aplique)</b><br/>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br/>+Verifica la factura del proveedor ubicada en la carpeta correspondiente en el servidor y emite la retención correspondiente</p>   | 12  | 1            |
|   | <p>Liquidación en SIGIES</p>  |       | <p><b>Encargado de presupuesto o persona asignada</b><br/>+Emite comprobante Único de Registro de devengado el cual debe quedar en estado SOLICITADO cuando cuente con el CDP; y en estado REGISTRADO, cuando no cuente con CDP. Imprime en digital el documento en formato PDF y sube el archivo a la carpeta correspondiente en el servidor.<br/>+Envía correo electrónico al encargado de compras indicándole que el CUR devengado esta emitido.</p> | 13  | 1            |
|   |   |       | <p><b>Encargado de compras</b><br/>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br/>+Elabora la liquidación en SIGES lo imprime digitalmente en formato PDF y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor.</p>  | 14  | 1            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Propuesta procedimiento de compras, parte 8

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |                    |       | PROPUESTA  |     |      |
|--|--------------------|-------|--|-----|------|
| Resumen del procedimiento  | Documento generado | Firma | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No. | Días |
| En el caso de contratación de servicios, el interesado es el responsable de la recepción del mismo, verificando que el proveedor haya prestado el servicio de acuerdo con lo requerido, y elabora la constancia de recepción del servicio. |                    |       | En el caso de contratación de servicios, el interesado es el responsable de la recepción del mismo, verificando que el proveedor haya prestado el servicio de acuerdo con lo requerido, y elabora la constancia de recepción del servicio. | 14  | 1    |
| <b>Encargado de compras, jefe de compras firma o jefe administrativo.</b><br>Registra en SAP la aceptación del servicio para la posterior verificación de la factura   |                    |       | Encargado de compras<br>Registra en SAP la aceptación del servicio para la posterior verificación de la factura  |     | 1    |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Propuesta procedimiento de compras, parte 9

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO  |                    |  | PROPUESTA  |     |              |
|---|--------------------|--|--|-----|--------------|
| Resumen del procedimiento   | Documento generado | Firma  | Actividades propuestas para el procedimiento de compras  | No. | Días         |
| <b>ENVÍA EL EXPEDIENTE AL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD FINANCIERA</b><br><br><b>Control de Calidad Financiera</b><br>Verifica y de ser necesario, solicita las aclaraciones pertinentes al encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo. |                    | Orden de compra y pago<br>Firma de control de calidad financiera | <b>Encargado de compras</b><br>Envía correo electrónico a control de calidad financiera solicitando la verificación del expediente que se encuentra en la carpeta correspondiente en el servidor.  | 15  | Continuación |
|   |                    |  | <b>Control de calidad financiera</b><br>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br>+Verifica y de ser necesario, solicita las aclaraciones pertinentes al encargado de compras, jefe de compras o jefe administrativo.<br>+Control de calidad financiera firma utilizando la firma electrónica avanzada la orden de compra y pago ubicada en la carpeta correspondiente en el servidor. |     | 1            |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Propuesta procedimiento de compras, parte 10

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO   |   |   | PROPUESTA   |           |                              |
|--|---|---|---|-----------|------------------------------|
| Resumen del procedimiento  | Documento generado  | Firma   | Actividades propuestas para el procedimiento de compras   | No.       | Días                         |
| <p><b>CONTROL DE CALIDAD FINANCIERA ENVÍA EL EXPEDIENTE A DIVISIÓN DE PRESUPUESTO</b></p> <p><b>División de Presupuesto</b><br/>Solicita el DEVENGADO en SICOIN, únicamente en aquellos casos en que la ejecución presupuestaria no requiera previamente la elaboración de la constancia de disponibilidad presupuestaria - CDP-</p> <p><b>DIVISIÓN DE PRESUPUESTO REMITE EL EXPEDIENTE A LA DIVISIÓN DE CONTABILIDAD</b></p> <p><b>División de Contabilidad</b><br/>Realiza los registros correspondientes</p> <p><b>----SI CUENTA CON CDP----</b><br/><b>Departamento de Control de Calidad Financiera</b><br/>Deberá remitir directamente a la división de contabilidad con el CUR de devengado en estado SOLICITADO.</p> | <p>DEVENGADO en SICOIN si no cuenta con CDP</p> <p>CUR de devengado en estado SOLICITADO, si cuenta con CDP</p> | <p>Orden de compra y pago<br/>Firma<br/>división de presupuesto</p> | <p><b>Control de calidad financiera</b><br/>+Envía correo electrónico a División de presupuesto para que soliciten el DEVENGADO en SICOIN.</p> <p><b>División de Presupuesto</b><br/>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br/>+Solicita el DEVENGADO en SICOIN, únicamente en aquellos casos en que la ejecución presupuestaria no requiera previamente la elaboración de la constancia de disponibilidad presupuestaria -CDP-<br/>+Imprime en digital en formato PDF el DEVENGADO en SICOIN y lo sube a la carpeta correspondiente en el servidor.<br/>+Firma con la firma electrónica avanzada la orden de compra y pago, ubicado en la carpeta correspondiente en el servidor.<br/>+Envía correo electrónico a división de contabilidad para que realicen los registros correspondientes.</p> <p>----SI CUENTA CON CDP-----<br/>Departamento de control de calidad financiera<br/>Deberá remitir directamente a la división de contabilidad con el CUR de devengado en estado SOLICITADO</p> | <p>16</p> | <p>Continuación</p> <p>1</p> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Propuesta procedimiento de compras, parte 11

| PROCEDIMIENTO DE COMPRAS ANALIZADO  |                        |  | PROPUESTA   |     |           |
|---|------------------------|--|---|-----|-----------|
| Resumen del procedimiento   | Documento generado     | Firma  | Actividades propuestas para el procedimiento de compras   | No. | Días      |
| <p><b>División de Contabilidad</b><br/>Verifica que la factura llene los requisitos de ley (Retenciones de IVA, retenciones de ISR y otras deducciones). Aprueba el CUR de devengado y solicita el pago en SICON.</p> <p><b>DIVISIÓN DE CONTABILIDAD TRASLADA EL EXPEDIENTE A TESORERÍA PARA EMISIÓN DE PAGO AL BENEFICIARIO.</b></p> |                        | Orden de compra y pago<br>Firma división de contabilidad | <p><b>División de Contabilidad</b><br/>+Al momento de recibir el correo electrónico, responde de recibido por el mismo medio.<br/>+Verifica que la factura llene los requisitos de ley (Retenciones de IVA, retenciones de ISR y otras deducciones).<br/>+Aprueba el CUR de devengado y solicita el pago en SICOIN.<br/>+Firma con la firma electrónica avanzada la orden de compra y pago, ubicado en la carpeta correspondiente en el servidor.<br/>+Envía correo electrónico a Tesorería para emisión de pago al beneficiario.</p> | 17  | 1         |
|   | Documentos adicionales |  | <p><b>Encargado de Compras</b><br/>+Digitaliza a formato PDF y sube al servidor en la carpeta correspondiente los documentos adicionales al procedimiento de compras.</p>   |     |           |
|   |                        |  | <b>TOTAL DE DÍAS</b>  |     | <b>31</b> |

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Firma electrónica avanzada para empleados públicos**

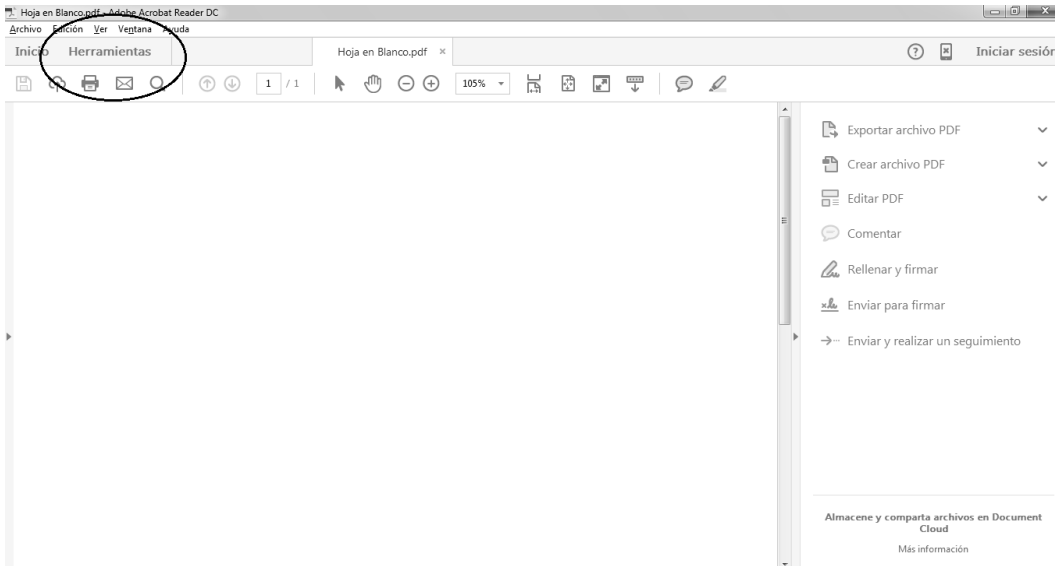
Para utilizar la firma electrónica avanzada debe de contratarse a una empresa que ofrezca este tipo de servicios y que esta esté debidamente autorizada. Debido a que los usuarios de las firmas electrónicas avanzadas son trabajadores del Estado, el tipo de firma a solicitar será el de firma de persona individual para funcionario público.

### **3.5. Cómo firmar un documento en formato PDF**

El dispositivo criptográfico utilizado es llamado Token, el cual tiene forma de una memoria USB (memoria flash). El Prestador de Servicios de Certificación debidamente autorizado proporcionará los controladores del dispositivo criptográfico al usuario de las firmas electrónicas avanzadas para que el usuario pueda firmar los documentos digitalmente.

En el documento en formato PDF seleccionamos en la barra de opciones el botón herramientas del software Adobe, como se ve en la figura 25.

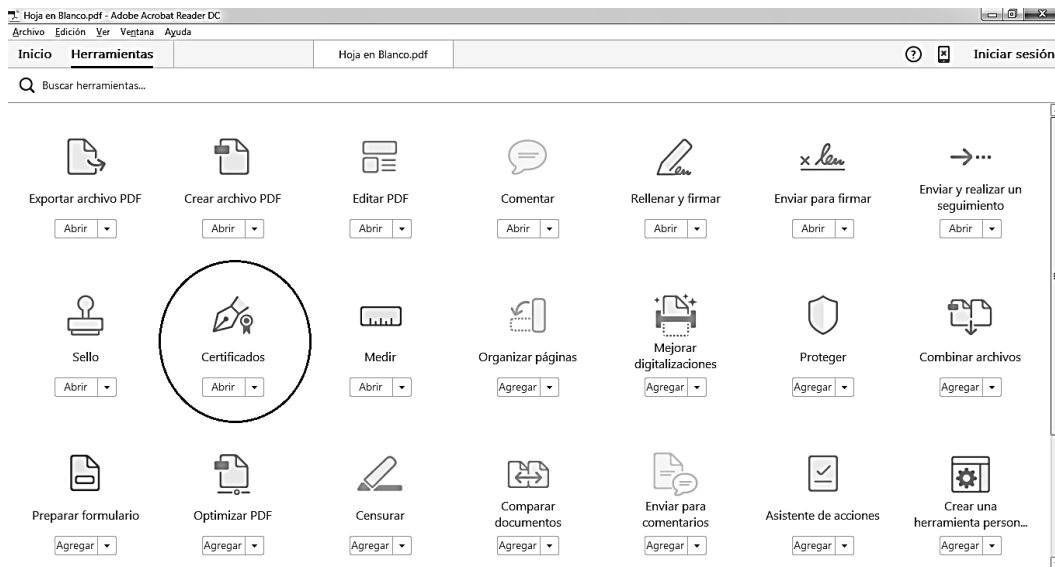
Figura 25. Firma electrónica avanzada, herramientas



Fuente: elaboración propia.

Luego de elegir herramientas seleccione certificados como se muestra en la figura 26.

Figura 26. Firma electrónica avanzada, certificados

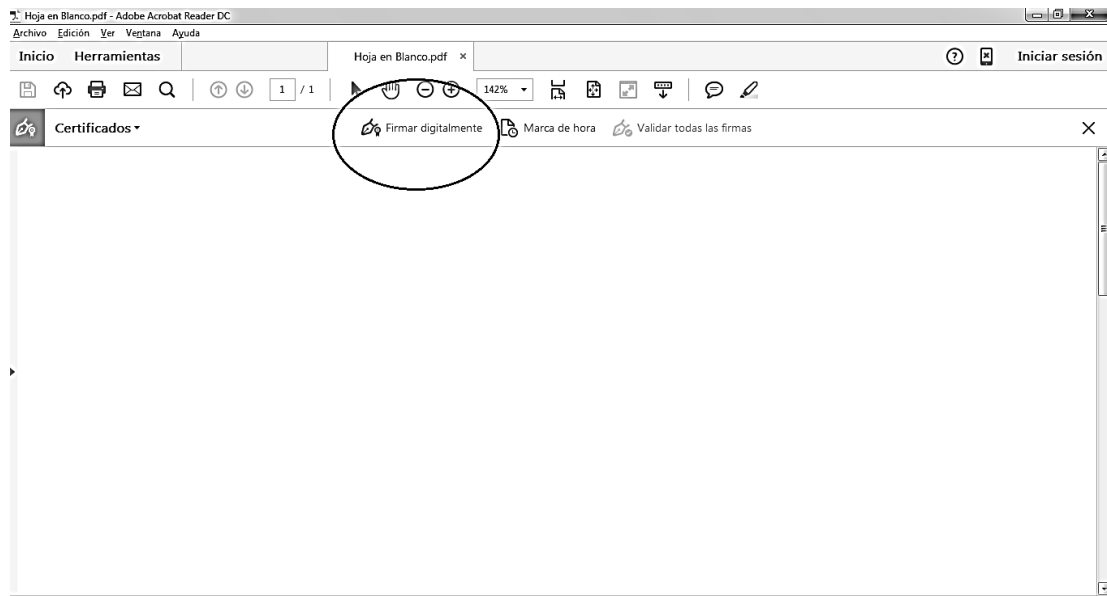


Fuente: elaboración propia.



Luego de seleccionar certificados, aparecerá en el menú una barra identificada como certificados, donde se selecciona el botón que dice firmar digitalmente, véase figura 27.

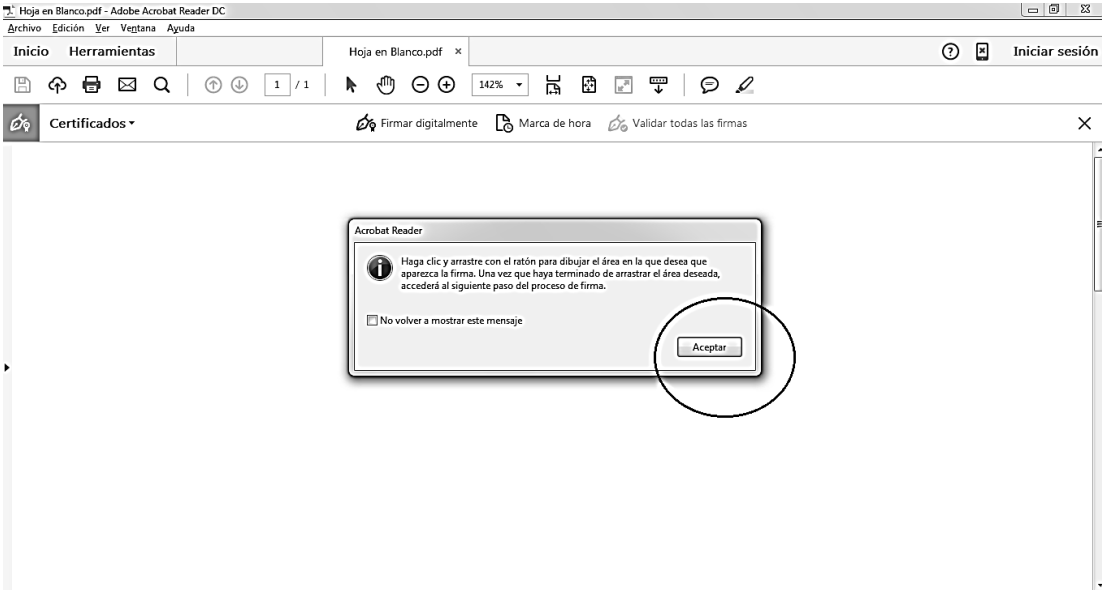
**Figura 27. Firma electrónica avanzada, firmar digitalmente**



Fuente: elaboración propia.

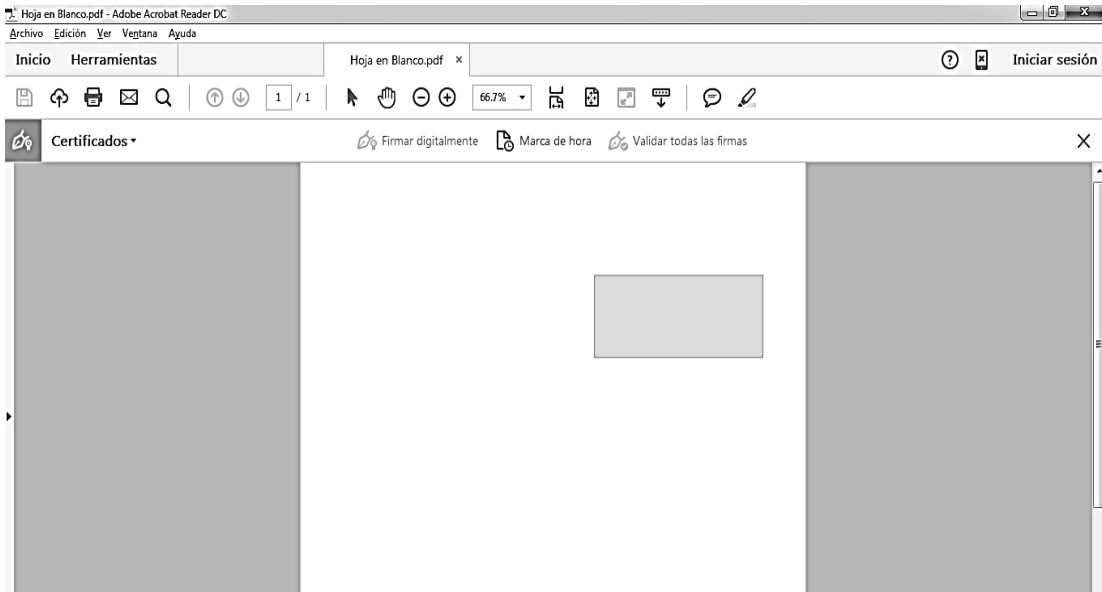
En el aviso que aparece se da clic “aceptar”, luego seleccione con el ratón el área donde se desea que aparezca la firma electrónica. Véase figuras 28 y 29.

Figura 28. Firma electrónica avanzada, aviso para marcar área



Fuente: elaboración propia.

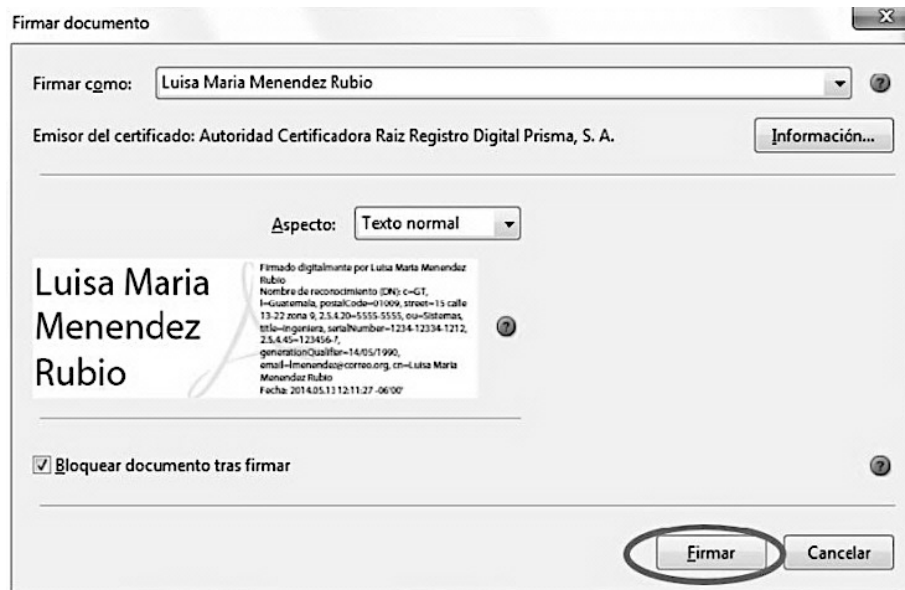
Figura 29. Firma electrónica avanzada, seleccionar área



Fuente: elaboración propia.

Después de seleccionar el área donde se quiere que aparezca la firma electrónica, aparecerá un cuadro de dialogo como el de la figura 30. Clic en firmar y quedará el documento firmado digitalmente con la firma electrónica avanzada.

Figura 30. Firma electrónica avanzada



Fuente: <https://prisma.gt/images/pdf/manuales/EM-MN-04-Manual-del-Usuario-para-firmar-documentos-en-Adobe.pdf>



## **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El objetivo principal de esta investigación es diseñar un modelo digital para la gestión de compras en una empresa de generación eléctrica. Esto se logró determinando como es la gestión de compras de la hidroeléctrica Chixoy, analizando el comportamiento de las compras en la hidroeléctrica durante el año 2015, y se estableció el procedimiento para la implementación del modelo digital de gestión de compras.

### **4.1. Realización de la investigación**

Se investigó la legislación que le da respaldo a la firma electrónica avanzada, juntamente como el procedimiento para firmar electrónicamente un documento digital. A través del Registro de prestadores de servicios de certificación, se obtuvo información respecto a las leyes que dan respaldo a la firma electrónica avanzada y los distintos prestadores de servicio de certificación que hay en el país.

Se analizaron los procedimientos que utiliza el INDE, como el procedimiento el Reglamento de compras, contrataciones y enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación, el cual detalla la forma de adjudicar las compras dependiendo del monto. El procedimiento de Orden de compra y pago, el cual establece los pasos para las autorizaciones, los registros de la documentación que conforma el expediente y quienes intervienen el procedimiento para los registros y autorizaciones. Los procedimientos internos del INDE se obtuvieron a través de la intranet.

Para determinar los tiempos que duran las órdenes de compra y pago, la información se obtuvo a través de los registros en el sistema SAP que se realizaron en el año 2015. Con los datos obtenidos se tabularon en una hoja Excel para obtener datos estadísticos como la media, mediana, moda, desviación estándar, mínimo y máximo.

Utilizando los promedios de costos en combustible y el salario mínimo en el año 2015, se calcularon los gastos relacionados al transporte del expediente de orden de compra y pago.

#### **4.2. Validez externa**

El INDE está compuesto por tres empresas las cuales son: Empresa de Generación de Energía Eléctrica, Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica y la Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica. Los procedimientos de compras analizados son aplicables para las tres empresas, lo cual hace que esta investigación sea aplicable para las empresas que conforman el INDE.

#### **4.3. Comparación de resultados**

Debido a que el procedimiento de compras está ligado a la ley de contrataciones del estado, no es posible modificarla. El modelo digital de gestión de compras propuesto consiste en agilizar el procedimiento de orden de compra y pago a través de la digitalización de la documentación que compone el expediente y utilizando la firma electrónica avanzada.

Los modelos de compras tanto en el procedimiento analizado como en el modelo propuesto serán por compra directa, invitación a cotizar e invitación a ofertar, como se muestra en la figura XXXV.

**Tabla XXXV. Modalidad de compra en procedimiento analizado y propuesto**

| <b>Modalidad</b>            | <b>Monto en quetzales</b>   | <b>Procedimiento analizado</b> | <b>Modelo digital propuesto</b> |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Compra directa</b>       | Compra cuyo monto no exceda de 90,000 quetzales                                 | X                              | X                               |
| <b>Invitación a cotizar</b> | Compra cuyo monto exceda los 90,000 quetzales y no exceda los 900,000 quetzales | X                              | X                               |
| <b>Invitación a ofertar</b> | Compra cuyo monto supere los 900,000 quetzales                                  | X                              | X                               |

Fuente: elaboración propia.

El personal involucrado en el modelo digital de gestión de compras serán las mismas que se ven involucradas en el procedimiento de orden de compra y pago analizado.

Analizado el procedimiento de orden de compra y pago a través de los registros en el sistema SAP se tiene que en promedio se utilizan 66 días desde que surge la necesidad hasta el pago al proveedor. En el caso del modelo digital propuesto, el cual consiste en la digitalización del expediente de compras y la sustitución de las firmas manuscritas por firmas digitales, se calcula un aproximado de 31 días para el procedimiento de compras. Al comparar el tiempo que duran los procedimientos analizados, se obtiene una reducción del 53 % del tiempo utilizando el modelo digital propuesto, comparado con el procedimiento de compras analizado, véase tabla XXXVI.

**Tabla XXXVI. Duración en días procedimiento analizado y propuesto**

|                      | <b>Procedimiento analizado</b> | <b>Procedimiento propuesto</b> | <b>% reducción</b> |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Duración en Días     | 66                             | 31                             | 53 %               |
| Costo por transporte | Q 9,579.60                     | Q -                            | 100 %              |

Fuente: elaboración propia.

El traslado en vehículos del expediente de compras en el procedimiento de orden de compra y pago analizado influye en el tiempo total que tarda la gestión de la compra. Con el modelo digital propuesto, debido a que el expediente digital estaría almacenado en un servidor de datos, ya no sería necesario el traslado del expediente de un punto a otro, sino que estaría disponible para todos los interesados en cualquier momento que lo requieran.

En el procedimiento de compras analizado el gasto mensual aproximado para el traslado de la documentación es de 9,579.60 quetzales mensuales, los cuales incluían los gastos relacionados al personal que manejan los vehículos, gastos en mantenimiento y operación del vehículo. En el modelo digital de gestión de compras propuesto, no hay gastos por el traslado del expediente. La reducción de gastos que involucran el traslado de la documentación sería del 100 %. El resumen puede verse en la tabla XXXVII.

**Tabla XXXVII. Gastos procedimientos analizado y propuesto**

|                            | <b>Procedimiento analizado</b> | <b>Modelo digital propuesto</b> | <b>% reducción</b> |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Piloto                     | Q 4,218.80                     | Q -                             | 100 %              |
| Combustible                | Q 3,360.00                     | Q -                             | 100 %              |
| Mantenimiento del vehículo | Q 2,000.80                     | Q -                             | 100 %              |

Fuente: elaboración propia.



El expediente de compras del modelo digital propuesto es almacenado en un servidor de datos. Esto conlleva una reducción considerable en la utilización de papel en el procedimiento de compras, véase tabla XXXVIII.

**Tabla XXXVIII. Documentación procedimiento analizado y propuesto**

| <b>Documentos</b>  | <b>Procedimiento analizado</b> | <b>Modelo digital propuesto</b> |
|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Tarjeta cronológica  | Impreso                        | Digital                         |
| Pedido   | Impreso                        | Digital                         |
| Constancia escrita de la verificación de existencias en el almacén   | Impreso                        | Digital                         |
| Cotizaciones evaluadas o adjudicación de ofertas   | Impreso                        | Digital                         |
| Orden de compra y pago SAP   | Impreso                        | Digital                         |
| RTU actualizado del proveedor  | Impreso                        | Digital                         |
| Constancia de disponibilidad presupuestaria (cuando proceda)   | Impreso                        | Digital                         |
| Orden de compra y pago – SIGIES-   | Impreso                        | Digital                         |
| Comprobante único de registro –CUR de compromiso-  | Impreso                        | Digital                         |
| Liquidación en –SIGIES-  | Impreso                        | Digital                         |
| Comprobante único de registro –CUR de devengado-   | Impreso                        | Digital                         |
| Factura original y dos fotocopia simples   | Impreso                        | Digital                         |
| Constancia de ingreso de almacén y a inventario (cuando aplique)   | Impreso                        | Digital                         |
| Certificado de garantía de equipo (cuando aplique)   | Impreso                        | Digital                         |
| Actas de recepción en caso de servicios (cuando requiera)  | Impreso                        | Digital                         |
| Copias varias (Ejemplo: notas de extensión de tiempos de entrega, suspensiones de trabajos, anulaciones, entre otros). | Impreso                        | Digital                         |

Fuente: elaboración propia.

En el procedimiento de orden de compra y pago analizado, los gastos asociados son aproximadamente de 114,955.20 quetzales por año, los cuales incluyen gastos en el personal que traslada el expediente y gastos relacionados al vehículo utilizado.

La inversión inicial aproximada para implementar el modelo digital de compras propuesto es de 122,400.00 quetzales, los cuales involucra el hardware y el software necesario para utilizar la firma electrónica avanzada. El costo anual para el procedimiento de compras analizado es de 114,955.20 quetzales. La inversión inicial representa aproximadamente el 106 % del gasto anual, por tal razón la inversión inicial se recuperaría en un lapso de 1 año aproximadamente.

En la tabla XXXIX se observa la inversión inicial y el costo anual del procedimiento analizado.

**Tabla XXXIX. Inversión inicial y costo anual**

| <b>Descripción</b>                                   | <b>Costo</b> |
|--|--------------|
| Costo para implementar la firma electrónica avanzada | Q 122,400.00 |
| Costo anual del procedimiento de compras analizado   | Q 114,955.20 |

Fuente: elaboración propia.

Para la utilización de la firma digital es necesario contar con un certificado de firma electrónica avanzada, el cual se obtiene con un Prestador de Servicios de Certificación debidamente autorizado por el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación. Para contar con la certificación de la firma electrónica avanzada, es necesario renovarla a cada año, por tal razón esto involucra gastos anuales para renovar el certificado el cual asciende a un total de 20,300 quetzales. En la tabla XL está el gasto anual.

**Tabla XL. Costo anual de renovación certificado de firma digital**

| <b>Descripción</b>                                    | <b>Cantidad requerida</b> | <b>Costo por año</b> | <b>Total al año</b> |
|---|---------------------------|----------------------|---------------------|
| Renovación del Certificado Firma Electrónica Avanzada | 29                        | Q 700.00             | Q 20,300.00         |

Fuente: elaboración propia.

Si se compara el gasto anual del procedimiento analizado que es de 114,955.20 quetzales y lo comparamos con el gasto anual por renovar los certificados de la firma electrónica avanzada que es de 20,300 quetzales, tenemos una reducción del 82 % de los gastos anuales, esto después de recuperar la inversión inicial, que sería a partir del segundo año de implementación del modelo digital propuesto.

En la tabla XLI se observan a los usuarios que se ven involucrados en el procedimiento de compras analizado y propuesto. Estos serán quienes necesitarían de un certificado de la firma electrónica avanzada. En el caso del procedimiento analizado la cantidad de usuarios es cero debido a que la firma es manuscrita.

Tabla XLI. **Usuarios firma digital en procedimiento analizado y propuesto**

| <b>Usuarios firma digital</b>                 | <b>Procedimiento analizado</b> | <b>Modelo digital propuesto</b> |
|---|--------------------------------|---------------------------------|
| Auxiliar de bodega                            | 0                              | 1                               |
| Auxiliar de compras                           | 0                              | 1                               |
| Encargado de bodega                           | 0                              | 1                               |
| Encargado de compras                          | 0                              | 1                               |
| Encargado presa                               | 0                              | 1                               |
| Gestor de mantenimiento                       | 0                              | 1                               |
| Ingenieros supervisores                       | 0                              | 4                               |
| Jefatura                                      | 0                              | 1                               |
| Jefe administrativo                           | 0                              | 1                               |
| Jefe de compras                               | 0                              | 1                               |
| Jefe obra civil                               | 0                              | 1                               |
| Medico  | 0                              | 1                               |
| Secretarias                                   | 0                              | 3                               |
| Seguridad industrial                          | 0                              | 1                               |
| Sub jefatura                                  | 0                              | 1                               |
| Departamento de control de calidad financiera | 0                              | 2                               |
| Registro sección de control presupuestal      | 0                              | 2                               |
| Registro división de contabilidad             | 0                              | 2                               |
| Tesorería                                     | 0                              | 2                               |
| Recepción del proveedor                       | 0                              | 2                               |

Fuente: elaboración propia.

En las figura 31 y 32 se muestran los resultados de las encuestas realizadas al personal que se ve involucrado en el procedimiento de compras. A continuación se describen los resultados.

Pregunta 1. El expediente de compras se encuentra almacenado en un solo lugar. El 46 % considera que “frecuentemente”, el 31 % considera que “siempre”, el 15 % “no sabe” y el 8 % “a veces”. Los resultados indican que los expedientes no están almacenados en un solo lugar.

Pregunta 2. Los expedientes de compras se encuentran disponibles en cualquier momento que lo requiera. El 46 % considera que “frecuentemente”, el 38 % “siempre” y el 15 % “a veces”. Esta pregunta está relacionado con la pregunta 1 sobre el almacenamiento de los expedientes, los cuales identificamos que la disponibilidad del expediente no es frecuente así también como el almacenamiento en un solo lugar del expediente.

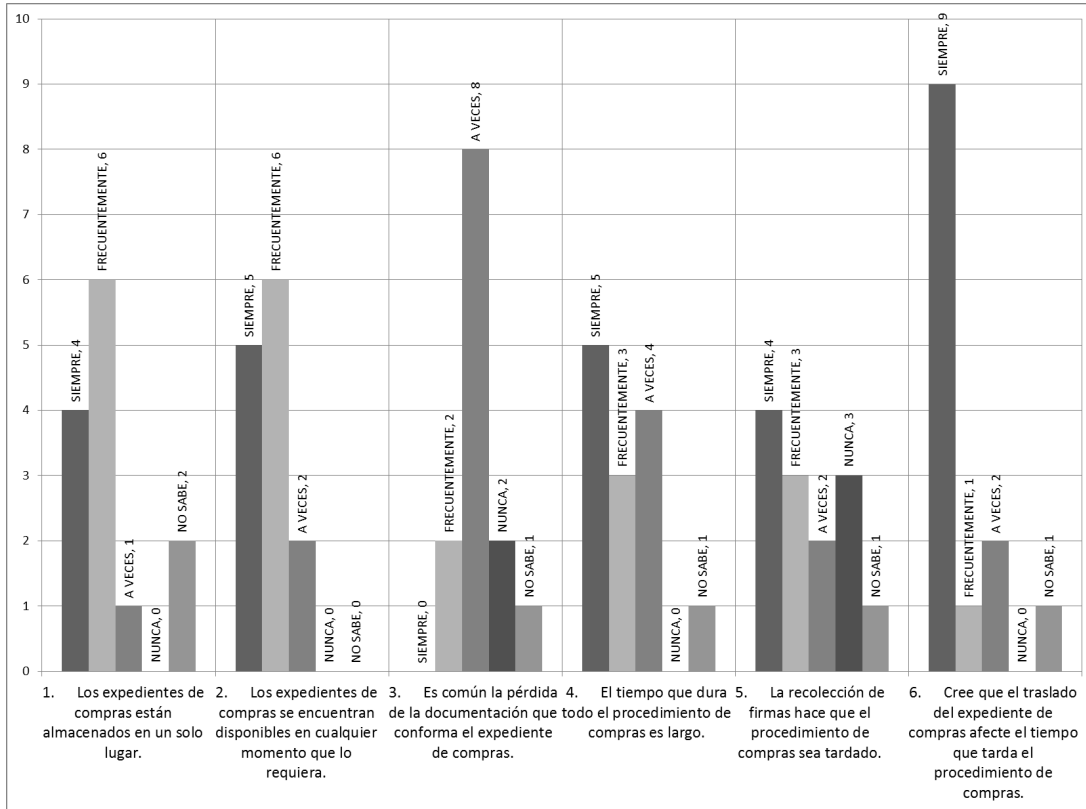
Pregunta 3. Es común la pérdida de la documentación que conforma el expediente de compras. El 62 % considera que “a veces”, el 15 % “frecuentemente”, el 15 % “nunca” y el 8 % “no sabe”. La pérdida de la documentación es debido al traslado del expediente de un punto a otro.

Pregunta 4. El tiempo que dura todo el procedimiento de compras es largo. El 38 % considera que “siempre”, el 31 % “a veces”, el 23 % “frecuentemente” y el 8 % no sabe. Esto indica que la percepción que tiene el personal respecto al tiempo que dura el procedimiento de compras es larga.

Pregunta 5. La recolección de firmas hace que el procedimiento de compras sea tardado. El 31 % considera que “siempre”, el 23 % “frecuentemente”, el 23 % “nunca”, el 15 % “a veces” y el 8 % “no sabe”.

Pregunta 6. Cree que el traslado del expediente de compras afecte el tiempo que tarda el procedimiento de compras. El 69 % considera que “siempre”, el 15 % que “a veces”, el 8 % “no sabe” y el 8 % “frecuentemente”. Esto indica que el traslado del expediente de compras afecta considerablemente el tiempo que dura el procedimiento de compras.

**Figura 31. Encuesta procedimiento de compras, parte 1**



Fuente: elaboración propia.

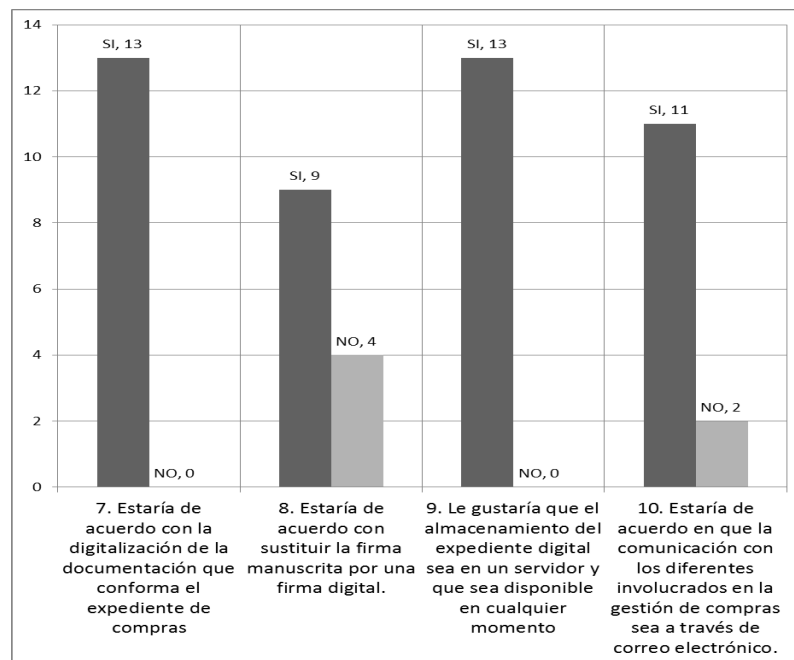
Pregunta 7. Estaría de acuerdo con la digitalización de la documentación que conforma el expediente de compras. El 100 % de los encuestados está de acuerdo con la digitalización del expediente de compras.

Pregunta 8. Estaría de acuerdo con sustituir la firma manuscrita por una firma digital. El 69 % de los encuestados indica que estaría de acuerdo con la sustitución de la firma manuscrita por la firma digital y el 31 % no está de acuerdo. Esto puede ser por el miedo que se tiene al utilizar una nueva tecnología o por falta de conocimiento respecto a la seguridad con la que cuentan las firmas digitales.

Pregunta 9. Le gustaría que el almacenamiento del expediente digital sea en un servidor y que sea disponible en cualquier momento. El 100 % de los encuestados le gustaría que el expediente estuviera almacenado en un servidor de datos y que esté disponible en cualquier momento. Como se comprobó en las preguntas anteriores, los documentos que conforman el expediente en ocasiones se pierden o el expediente físico no está almacenado en un solo lugar.

Pregunta 10. Estaría de acuerdo en que la comunicación con los diferentes involucrados en la gestión de compras sea a través de correo electrónico. El 85 % de los encuestados indica que si estaría de acuerdo.

**Figura 32. Procedimiento de compras, parte 2**



Fuente: elaboración propia.

Las personas que se ven involucradas en el procedimiento de compras perciben que el tiempo que tarda el procedimiento de compras es largo y que

algunas de las causas están el traslado del expediente de compras, la pérdida de documentos que conforman el expediente, y la recolección de firmas.

Existe una aceptación para utilizar firmas y documentos digitales para agilizar el procedimiento de compras y que permita su acceso en cualquier momento.



## CONCLUSIONES

1. El diseño de un modelo digital para la gestión de compras para una empresa de generación de energía eléctrica, consiste en sustituir los documentos impresos en papel por documentos digitales y sustituir las firmas manuscritas por la firma electrónica avanzada. El modelo de gestión de compras propuesto involucra una inversión aproximada de 122,400.00 quetzales con costos anuales de 20,300.00 quetzales.
2. En la gestión de compras de la hidroeléctrica analizada, los procedimientos de compras establecen que la forma de pago al proveedor independientemente del monto de la compra, es a través del procedimiento de orden de compra y pago. Este procedimiento establece los pasos desde que surge una necesidad hasta el pago al proveedor, indicando los responsables para las autorizaciones y registros en las bases de datos. La documentación que compone el expediente de compras es impresa. Las autorizaciones o registros en el sistema SAP, lo realizan diferentes personas ubicados en diferentes puntos del país, lo cual hace que el expediente sea trasladado en vehículo de un punto a otro.
3. Analizar las compras realizadas de enero a septiembre del año 2015, con una muestra de 73 compras, se halló que las compras tardan un promedio de 66 días, con un mínimo de 23 días y un máximo de 204 días. Del total de datos analizados se tiene que el 5 % está debajo de los 30 días y que el 2.6 % está sobre los 150 días. El 80 % de las compras analizadas se encuentran por debajo de los 80 días de duración. El tiempo que dura el procedimiento de orden de compra y pago se ve directamente afectado por

el traslado del expediente de un punto a otro. El traslado de la documentación también afecta que los documentos que componen el expediente en ocasiones se pierdan o que el expediente no esté disponible en cualquier momento para quienes lo requieran.

4. El modelo de gestión de compras propuesto consiste en adaptar al procedimiento de orden de compra y pago analizado, la firma electrónica avanzada y la digitalización de la documentación que compone el expediente. En el procedimiento propuesto se describe paso a paso, quienes se ven involucrados en la gestión de compras, así como la forma de comunicación a través del correo electrónico, el acuse de recibido y el almacenamiento de la documentación digital, a través de servidores de datos. Para implementar este modelo es necesario concientizar al personal que se ve involucrados en la gestión de compras sobre las ventajas del modelo digital, el respaldo legal que tiene la firma electrónica avanzada, explicar el procedimiento de orden de compra y pago utilizando la firma electrónica avanzada y la forma de almacenar el expediente digital.

## RECOMENDACIONES

1. Las personas involucradas en el procedimiento de orden de compra y pago deben estar conscientes en que consiste la digitalización de la gestión de compras y de las ventajas y desventajas, económicas y en tiempo que ésta conlleva.
2. Los involucrados en el procedimiento de compras deben tener conocimiento en la diferencia entre el procedimiento de orden de compra y pago utilizado por el instituto y el procedimiento de orden de compra y pago digital utilizando firmas electrónicas avanzadas.
3. Es importante monitorear los tiempos que dure el procedimiento de orden y pago con firmas y documentos digitales de cada compra, para afinar poco a poco detalles que no se hayan considerado en la investigación.
4. Antes que se implemente el modelo propuesto, es necesario que se realicen pruebas para que el personal se adapte al nuevo sistema.
5. Al implementar el modelo de gestión de compras propuesto es importante recibir asesoría, por parte de un Prestador de Servicios de Certificación autorizado, por el Registro de Prestadores de Servicios de Certificación. También capacitar al personal respecto al uso de la firma electrónica avanzada, responsabilidades al utilizar la firma electrónica avanzada y el respaldo jurídico con que cuenta la firma electrónica avanzada.

6. Solo personal autorizado podrá realizar modificaciones en el servidor de datos, así solo las personas involucradas en el procedimiento de orden de compra y pago tendrán acceso a los expedientes digitales almacenados en el servidor de datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carta González, J. A., Calero Pérez, R., Colmenar Santos, A. y Castro Gil, M. (2009). *Centrales de energías renovables: generación eléctrica con energías renovables*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (2015). *Mapa de presas en Guatemala*, recuperado de [http://www.cnee.gob.gt/wp/?page\\_id=239](http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=239)
- Congreso de la república de Guatemala. (23 de septiembre de 2008). *Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas*. [Decreto 47-2008]. DO: Diario de Centro América.
- Gómez Aparicio, J. M. (2013). *Gestión logística y comercial*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, S.L.
- Instituto Nacional de Electrificación –INDE-. (2013). *Reglamento de Compras, Contrataciones y Enajenaciones del Instituto Nacional de Electrificación –INDE-*. Recuperado el 11 de mayo de 2016, de [www.inde.gob.gt](http://www.inde.gob.gt)
- Jaume Bennasar, A. (2009). *Las nuevas tecnologías en la administración de justicia. La validez y eficacia del documento electrónico en sede procesal* (Tesis de doctorado). Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- López Jiménez, D. (2012). *La autorregulación de la firma digital: Las declaraciones de prácticas y las políticas de certificación*. (Spanish). Cuadernos de derecho y comercio, (58), 271-301. Recuperado de:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=c70d235d-d3bc-4539-b8d6-34b4dd527ccb%40sessionmgr4001&vid=0&hid=4104&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl###AN=87526109&db=zbh>

Mataix y Plana, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas* (2da ed.). Madrid: Ediciones del Castillo, S.A.

Meraz Espinoza, A. I. (2006). *Aspectos jurídicos del comercio electrónico como comercio transnacional* (Tesis de doctorado). Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Ministerio de Economía de Guatemala. (3 de mayo de 2009). *Reglamento de la ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas*. [Acuerdo Gubernativo 135-2009]. DO: Diario de Centro América.

Paños Álvarez, A. (1999). *Las tecnologías de la información como fuente de ventajas competitivas. Una aproximación empírica* (Tesis de doctorado). Universidad de Murcia. Murcia.

Ponencia. Ministerio de Economía (2016). *Firma electrónica avanzada. El registro de prestadores de servicios de certificación y casos de éxito*. Registro de Prestadores de Servicios de Certificación. Ciudad de Guatemala.

Registro de Prestadores de Certificación. (s. f.). *Firma Electrónica Avanzada*. Recuperado el 08 de febrero de 2016, de: <https://www.rpsc.gob.gt>

Rovira Ferrer, I. (2010). *Los deberes de información y asistencia de la Administración tributaria: Análisis jurídico y estudio del impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación* (Tesis de doctorado). Universitat Oberta de Catalunya. Catalunya.





## **ANEXOS**

Anexo I – Tabulación de datos obtenidos de SAP de compras realizadas de enero a septiembre de 2015.



| No. Ord. | Centro Gestor | No. De Pedido | Fecha de Pedido | No. De Orden de Compra y Pago | Fecha de recepción de la compra | Fecha del CUR de Devengado | No. De días en la gestión de compras |
|----------|---------------|---------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 1        | C09           | 10001049      | ene-15          | 4500003978                    | 13/03/2015                      | 20/03/2015                 | 74                                   |
| 2        | C09           | 10001174      | ene-15          | 45000046930                   |                                 | 04/08/2015                 | 204                                  |
| 3        | C09           | 10001105      | ene-15          | 4500004278                    | 11/03/2015                      | 25/03/2015                 | 68                                   |
| 4        | C09           | 10001053      | ene-15          | 4500004036                    | 02/03/2015                      | 10/03/2015                 | 41                                   |
| 5        | C09           | 10001130      | feb-15          | 4500004574                    | 23/03/2015                      | 09/04/2015                 | 65                                   |
| 6        | C09           | 10001236      | feb-15          | 4500004955                    | 19/05/2015                      | 22/05/2015                 | 102                                  |
| 7        | C09           | 10001128      | feb-15          | 4500004394                    |                                 | 11/03/2015                 | 28                                   |
| 8        | C09           | 10001109      | feb-15          | 4500002501                    | 06/03/2015                      | 20/03/2015                 | 33                                   |
| 9        | C09           | 10001095      | feb-15          | 4500004240                    | 25/02/2015                      | 14/04/2015                 | 57                                   |
| 10       | C09           | 10001113      | feb-15          | 4500004347                    | 05/03/2015                      | 11/03/2015                 | 23                                   |
| 11       | C09           | 10001149      | feb-15          | 4500004630                    | 13/03/2015                      | 25/03/2015                 | 37                                   |
| 12       | C09           | 10001188      | feb-15          | 4500004757                    | 13/04/2015                      | 22/04/2015                 | 65                                   |
| 13       | C09           | 10001214      | feb-15          | 4500004874                    | 15/04/2015                      | 21/04/2015                 | 64                                   |
| 14       | C09           | 10001153      | feb-15          | 4500004643                    | 06/04/2015                      | 10/04/2015                 | 51                                   |
| 15       | C09           | 10001152      | feb-15          | 4500004637                    | 21/03/2015                      | 13/04/2015                 | 52                                   |
| 16       | C09           | 10001591      | feb-15          | 4500006094                    |                                 | 10/06/2015                 | 106                                  |
| 17       | C09           | 10001241      | feb-15          | 4500004954                    | 15/04/2015                      | 20/04/2015                 | 52                                   |
| 18       | C09           | 10001255      | mar-15          | 4500005003                    | 20/04/2015                      | 22/04/2015                 | 51                                   |
| 19       | C09           | 10001291      | mar-15          | 4500005150                    | 23/04/2015                      | 06/05/2015                 | 64                                   |
| 20       | C09           | 10001301      | mar-15          | 4500005187                    | 23/04/2015                      | 20/05/2015                 | 78                                   |
| 21       | C09           | 10001390      | mar-15          | 4500005426                    | 14/05/2015                      | 20/05/2015                 | 78                                   |
| 22       | C09           | 10001221      | mar-15          | 4500004897                    | 05/05/2015                      | 11/05/2015                 | 68                                   |
| 23       | C09           | 10001347      | mar-15          | 4500005301                    |                                 | 11/05/2015                 | 68                                   |
| 24       | C09           | 10001287      | mar-15          | 4500005139                    | 28/04/2014                      | 05/05/2015                 | 50                                   |
| 25       | C09           | 10001592      | mar-15          | 4500006095                    | 03/06/2015                      | 16/06/2015                 | 92                                   |
| 26       | C09           | 10001400      | mar-15          | 4500005440                    |                                 | 20/05/2015                 | 64                                   |
| 27       | C09           | 10001367      | mar-15          | 4500005387                    |                                 | 05/05/2015                 | 47                                   |
| 28       | C09           | 10001423      | abr-15          | 4500005552                    | 28/05/2015                      | 02/06/2015                 | 62                                   |
| 29       | C09           | 10001691      | abr-15          | 4500006423                    | 11/08/2015                      | 17/08/2015                 | 110                                  |
| 30       | C09           | 10001670      | may-15          | 4500006385                    |                                 | 17/06/2015                 | 44                                   |
| 31       | C09           | 10001582      | may-15          | 4500006283                    |                                 | 06/08/2015                 | 93                                   |
| 32       | C09           | 10001629      | may-15          | 4500006297                    |                                 | 20/07/2015                 | 76                                   |
| 33       | C09           | 10001634      | may-15          | 4500006304                    |                                 | 20/07/2015                 | 76                                   |
| 34       | C09           | 10001683      | may-15          | 4500006403                    |                                 | 21/07/2015                 | 77                                   |
| 35       | C09           | 10001827      | may-15          | 4500006905                    |                                 | 06/08/2015                 | 76                                   |

|    |     |          |        |            |            |            |     |
|----|-----|----------|--------|------------|------------|------------|-----|
| 36 | C09 | 10001837 | may-15 | 4500006962 | 09/09/2015 | 11/09/2015 | 109 |
| 37 | C09 | 10001777 | jun-15 | 4500006757 | 07/08/2015 | 17/08/2015 | 73  |
| 38 | C09 | 10001907 | jun-15 | 4500007180 |            | 02/12/2015 | 168 |
| 39 | C09 | 10001845 | jul-15 | 4500007008 |            | 04/08/2015 | 34  |
| 40 | C09 | 10001854 | jul-15 | 4500007033 |            | 02/09/2015 | 58  |
| 41 | C09 | 10002034 | jul-15 | 4500007657 | 14/09/2015 | 22/09/2015 | 64  |
| 42 | C09 | 10002126 | jul-15 | 4500008008 |            | 05/11/2015 | 101 |
| 43 | C09 | 10001989 | ago-15 | 4500007515 |            | 02/09/2015 | 32  |
| 44 | C09 | 10002043 | ago-15 | 4500007697 | 21/09/2015 | 06/10/2015 | 66  |
| 45 | C09 | 10002045 | ago-15 | 4500007710 | 21/09/2015 | 06/10/2015 | 66  |
| 46 | C09 | 10001979 | ago-15 | 4500007483 |            | 10/11/2015 | 99  |
| 47 | C09 | 10002022 | ago-15 | 4500007655 | 09/09/2015 | 14/09/2015 | 41  |
| 48 | C09 | 10002087 | ago-15 | 4500007886 |            | 19/10/2015 | 75  |
| 49 | C09 | 10002010 | ago-15 | 4500007599 | 28/09/2015 | 19/10/2015 | 71  |
| 50 | C09 | 10002085 | ago-15 | 4500002085 |            | 16/11/2015 | 98  |
| 51 | C09 | 10002050 | ago-15 | 4500007715 | 06/10/2015 | 13/10/2015 | 60  |
| 52 | C09 | 10002177 | ago-15 | 4500008141 | 30/10/2015 | 10/11/2015 | 86  |
| 53 | C09 | 10002176 | ago-15 | 4500008157 |            | 10/12/2015 | 116 |
| 54 | C09 | 10002051 | ago-15 | 4500007720 |            | 02/12/2015 | 107 |
| 55 | C09 | 10002090 | ago-15 | 4500007908 | 16/09/2015 | 05/10/2015 | 49  |
| 56 | C09 | 10002058 | ago-15 | 4500007783 | 16/09/2015 | 23/09/2015 | 36  |
| 57 | C09 | 10002099 | ago-15 | 4500007936 |            | 10/11/2015 | 81  |
| 58 | C09 | 10002111 | ago-15 | 4500007977 | 12/10/2015 | 21/10/2015 | 61  |
| 59 | C09 | 10002132 | sep-15 | 4500008009 | 30/09/2015 | 14/10/2015 | 43  |
| 60 | C09 | 10002216 | sep-15 | 4500008281 | 04/11/2015 | 05/11/2015 | 62  |
| 61 | C09 | 10002227 | sep-15 | 4500008294 | 12/10/2015 | 21/10/2015 | 47  |
| 62 | C09 | 10002226 | sep-15 | 4500008292 |            | 05/11/2015 | 58  |
| 63 | C09 | 10002198 | sep-15 | 4500008189 |            | 05/11/2015 | 55  |
| 64 | C09 | 10002383 | sep-15 | 4500008808 | 11/11/2015 | 18/11/2015 | 68  |
| 65 | C09 | 10002228 | sep-15 | 4500008296 |            | 10/11/2015 | 55  |
| 66 | C09 | 10002230 | sep-15 | 4500008299 | 13/10/2015 | 21/10/2015 | 35  |
| 67 | C09 | 10002236 | sep-15 | 4500008313 | 08/10/2015 | 21/10/2015 | 34  |
| 68 | C09 | 10002250 | sep-15 | 4500008345 | 19/10/2015 | 23/10/2015 | 32  |
| 69 | C09 | 10002291 | sep-15 | 4500008481 | 13/10/2015 | 05/11/2015 | 43  |
| 70 | C09 | 10002282 | sep-15 | 4500008430 | 14/10/2015 | 21/10/2015 | 27  |
| 71 | C09 | 10002284 | sep-15 | 4500008436 | 15/10/2015 | 23/10/2015 | 29  |
| 72 | C09 | 10002287 | sep-15 | 4500008458 | 16/10/2015 | 18/11/2015 | 50  |
| 73 | C09 | 10002294 | sep-15 | 4500008482 | 21/10/2015 | 05/11/2015 | 37  |

Anexo II – Resumen del costo de mantenimiento del vehículo que transporta la documentación durante enero a septiembre de 2015.



| Mes        | Semana   | km acumulados | Tipo Manto. | Costo Manto |
|------------|----------|---------------|-------------|-------------|
| Enero      | Semana 1 | 2100          |             |             |
|            | Semana 2 | 4200          |             |             |
|            | Semana 3 | 6300          | Menor       | Q 928.20    |
|            | Semana 4 | 8400          |             |             |
| Febrero    | Semana 1 | 10500         | Intermedio  | Q 1,374.80  |
|            | Semana 2 | 12600         |             |             |
|            | Semana 3 | 14700         |             |             |
|            | Semana 4 | 16800         | Menor       | Q 928.20    |
| Marzo      | Semana 1 | 18900         |             |             |
|            | Semana 2 | 21000         | Mayor       | Q 1,694.20  |
|            | Semana 3 | 23100         |             |             |
|            | Semana 4 | 25200         | Menor       | Q 928.20    |
| Abril      | Semana 1 | 27300         |             |             |
|            | Semana 2 | 29400         | Intermedio  | Q 1,374.80  |
|            | Semana 3 | 31500         |             |             |
|            | Semana 4 | 33600         |             |             |
| Mayo       | Semana 1 | 35700         | Menor       | Q 928.20    |
|            | Semana 2 | 37800         |             |             |
|            | Semana 3 | 39900         | Mayor       | Q 1,694.20  |
|            | Semana 4 | 42000         |             |             |
| Junio      | Semana 1 | 44100         |             |             |
|            | Semana 2 | 46200         | Menor       | Q 928.20    |
|            | Semana 3 | 48300         |             |             |
|            | Semana 4 | 50400         | Intermedio  | Q 1,374.80  |
| Julio      | Semana 1 | 52500         |             |             |
|            | Semana 2 | 54600         |             |             |
|            | Semana 3 | 56700         | Menor       | Q 928.20    |
|            | Semana 4 | 58800         |             |             |
| Agosto     | Semana 1 | 60900         | Mayor       | Q 1,694.20  |
|            | Semana 2 | 63000         |             |             |
|            | Semana 3 | 65100         | Menor       | Q 928.20    |
|            | Semana 4 | 67200         |             |             |
| Septiembre | Semana 1 | 69300         |             |             |
|            | Semana 2 | 71400         | Intermedio  | Q 1,374.80  |
|            | Semana 3 | 73500         |             |             |
|            | Semana 4 | 75600         | Menor       | Q 928.20    |
|            |          |               | Total       | Q 18,007.20 |

Promedio mensual Q 2,000.80





Anexo III – Modelo de la encuesta.



| <b>Preguntas del procedimiento de compras</b>   | <b>SIEMPRE</b>           | <b>FRECUENTEMENTE</b>    | <b>A VECES</b>           | <b>NUNCA</b>             | <b>NO SABE</b>           |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Los expedientes de compras están almacenados en un solo lugar.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Los expedientes de compras se encuentran disponibles en cualquier momento que lo requiera.             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Es frecuente la pérdida de la documentación que conforma el expediente de compras.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. El tiempo que dura todo el procedimiento de compras es largo.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. La recolección de firmas hace que el procedimiento de compras sea tardado.                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Cree que el traslado del expediente de compras afecte el tiempo que tarda el procedimiento de compras. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| <b>Preguntas del procedimiento de compras</b>   | <b>SI</b>                | <b>NO</b>                |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Estaría de acuerdo con la digitalización de la documentación que conforma el expediente de compras                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Estaría de acuerdo con sustituir la firma manuscrita por una firma digital.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Le gustaría que el almacenamiento del expediente digital sea en un servidor y que sea disponible en cualquier momento                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Estaría de acuerdo en que la comunicación con los diferentes involucrados en la gestión de compras sea a través de correo electrónico. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |