



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN
DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN
LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Pedro Alfredo Alvizures Aguilar

Asesorado por el M.A. Ing. Raúl Rizzo Boesch

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN
DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN
LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PEDRO ALFREDO ALVIZURES AGUILAR
ASESORADO POR EL M.A. ING. RAÚL RIZZO BOESCH

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
EXAMINADOR	Ing. Rigoberto Rafael Sandoval López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 INVESTIGACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN
DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN
LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de noviembre de 2022.


Pedro Alfredo Alvizures Aguilar



EEPFI-PP-1941-2022

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director
Gilberto Morales Baiza
Escuela De Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Ing. Morales

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por el estudiante **Pedro Alfredo Alvizures Aguilar** carné número **200818869**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

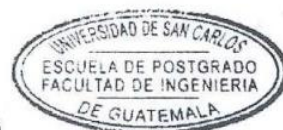
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Raúl Rizzo Boesch
Asesor(a)



Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIM-1586-2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Mecanica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Pedro Alfredo Alvizures Aguilar**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Gilberto Morales Baiza
Director
Escuela De Ingenieria Mecanica

Guatemala, noviembre de 2022



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.38.2023

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 Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **ELABORACIÓN DE UN MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE CASOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS Y EFICIENTAR LA LABOR PERICIAL EN UN LABORATORIO DE BALÍSTICA DE UNA INSTITUCIÓN ESTATAL UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Pedro Alfredo Alvizures Aguilar** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco
Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 18/07/2023 12:12:05
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, julio de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 38 CUI: 1940345770101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Quien en su omnipresencia me permite llegar a este logro en mi vida.

Mis padres

Héctor Alvizures y Mayra Aguilar, quienes nunca dejaron de impulsarme, que siempre lucharon a mi lado para finalizar mi carrera.

Mi hermano

Héctor Alvizures hijo, por siempre ser un ejemplo y guía que preciso en mi vida, y para ser el mecanismo perfecto en el hogar.

Mis amigos

A cada uno por nombre que siempre me dan esa mano y hombro extra que necesito para seguir adelante con una sonrisa a la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Casa de estudios que me brindó la oportunidad de alcanzar mis metas.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.
Escuela de Ingeniería Mecánica	Por la formación profesional que me brindó.
Cada una de las personas que hicieron posible este trabajo de graduación	Por los conocimientos transmitidos y por su valiosa colaboración para el desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	7
3.1. Planteamiento de problema	7
3.2. Contexto y descripción	7
3.3. Formulación del problema	8
3.3.1. Pregunta central	8
3.3.2. Preguntas auxiliares	8
3.4. Delimitación	8
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	13
6.1. Esquema de solución	15

7.	MARCO TEÓRICO	17
7.1.	Criminalística.....	17
7.2.	Laboratorio de criminalística.....	17
7.3.	Pericias	17
7.4.	La criminalística	18
7.5.	Unidad de laboratorios de criminalística.....	18
7.6.	Laboratorio de balística	19
7.6.1.	Laboratorio de balística identificativa	19
7.6.2.	Laboratorio de balística informática	19
7.7.	Balística forense	20
7.8.	Indicios.....	22
7.9.	Arma de fuego.....	22
7.10.	Clasificación de las armas de fuego	22
7.11.	La munición o cartucho	26
7.11.1.	La vaina o casquillo	26
7.11.2.	El cebo, iniciador o fulminante	27
7.11.3.	La pólvora.....	29
7.11.4.	El taco	29
7.11.5.	El proyectil.....	29
7.12.	Utilidad de la balística en la búsqueda pública de la verdad....	31
7.13.	Relevancia de los informes de balística para administrar justicia.....	32
7.14.	Dictámenes de los peritos	34
7.15.	Proteger la vida	34
7.16.	Productividad	35
7.17.	Eficiencia	36
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	39

9.	METODOLOGÍA	41
9.1.	Características del estudio.....	41
9.1.1.	Enfoque	41
9.1.2.	Alcance	41
9.1.3.	Diseño	42
9.2.	Unidad de análisis	42
9.3.	Variables	42
9.4.	Fases de estudio	43
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	47
11.	CRONOGRAMA.....	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	51
13.	REFERENCIAS.....	53
14.	APÉNDICES	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución.....	15
------------------	--------------------------	----

TABLAS

Tabla 1.	Unidad de análisis.....	43
Tabla 2.	Cronograma.....	49
Tabla 3.	Presupuesto.....	51

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
g	Gramo
kg	Kilogramo
l	Litro
m	Metro
mg	Miligramo
mm	Milímetro
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

A.F.	Arma de fuego.
Acción correctiva	Procedimientos que se deben implementar cuando se produce una desviación.
Ánima	Parte interna del tubo comprendido entre la boca y el alojamiento del proyectil. En tubos rayados, el ánima se extiende desde la boca hasta el comienzo del rayado.
Arma de fuego	Es un dispositivo de formas diversas destinado o diseñado para expulsar violentamente uno o múltiples proyectiles al espacio, mediante la presión generada por la combustión de la pólvora.
Balística	Es la rama de la criminalística encargada del estudio de las armas de fuego, de los fenómenos en el momento del disparo, de los casquillos percutidos, de los proyectiles disparados, de su trayectoria y de sus efectos.
Calibre	Diámetro interior del tubo. En ánimas rayadas se mide entre campos.

Cámara de disparo	Es un equipo diseñado para uso en laboratorios forenses, en todo tipo de armas ligeras cortas y largas. Consigue la captura de los proyectiles para posteriormente ser examinados y comparados en el laboratorio.
Control	Manejo de las condiciones de un proceso para complementar los criterios establecidos.
Criminalística	Parte del derecho que estudia el delito, sus causas, las maneras de evitarlo y el modo de actuar de las personas que lo cometen.
Criminología	Es la ciencia multidisciplinaria que estudia la conducta humana peligrosa, constituya delito o no, tanto de los casos en forma individual como de los fenómenos de masa. Por medio de ella se estudia el comportamiento y los procesos mentales de los criminales, para descifrar cuáles son las conductas psicológicas que influyen en una persona para que cometiera el ilícito.
Criterio	El estado en que se realizan los procedimientos establecidos y se cumplen los criterios fijados.
Delito	Acción que va en contra de lo establecido por la ley y que es castigada con una pena grave.

Demanda	El estado en que se realizan los procedimientos establecidos y se cumplen los criterios fijados.
Eficacia	Medida del logro de resultados, se refiere al nivel de objetivos conseguidos en un determinado plazo, es decir a la capacidad para conseguir aquello que un grupo se propone. Ser eficaces es simplemente alcanzar la meta estipulada, sin importar el nivel de recursos empleados.
Eficiencia	Cumplir los resultados con la mayor optimización de recursos, está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta.
Expertiz	Significa pericia o habilidad, por lo que le recomendamos usar cualquier de estas dos voces españolas como equivalentes.
Indicio	Todo objeto o material, sin importar qué tan grande o pequeño sea, que se encuentra relacionado con un presunto hecho delictivo y cuyo estudio permitirá establecer si existió este, así como la identidad de la víctima o del victimario.
Optimización	Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos.

Optimizar	Buscar la mejor manera de realizar una actividad.
Pericia	Habilidad para resolver con acierto, facilidad y rapidez algo que entraña cierta dificultad.
Perito	Que es entendido o experto en determinada materia.
Productividad	Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos predeterminados.
Proyectil	Es cualquier objeto lanzado al espacio por la acción de una fuerza.
Troquelado	Se refiere al corte que se lleva a cabo para dar la forma requerida a casi cualquier material mediante una máquina especial (troqueladora) y consta de un troquel con bordes cortantes para recortar por medio de presión a la forma requerida por el cliente.
Troqueles	En las armas de fuego, son las impresiones de letras, números, logos, punzones, puestas en su estructura para identificarla del resto de sus similares.

RESUMEN

Al presente el laboratorio de balística ha contratado personal de manera que pueda cubrir con todo análisis que ingresa al mismo, tomando en cuenta que aún no existe una carrera profesional y preparatoria para realizar este tipo de análisis en el país, más que la que se realiza al entrar al laboratorio, vuelve al personal y su experiencia, muy valiosa para el cumplimiento de la demanda de casos que se analizan, y de esta manera se han ido creando una variedad de puestos periciales que varían entre el personal antiguo y los de más reciente ingreso, sin embargo, no se ha logrado crear un modelo de distribución de casos a los peritos que considere tanto los rangos salariales, como la experiencia del perito acorde a la complejidad de los casos.

En el presente diseño se plantea la elaboración de un modelo que ayude a realizar una correcta distribución de casos a dichos peritos, esto según sea la antigüedad y experiencia, más el flujo de análisis que ingresen a la institución estatal, así como de los tipos de análisis que sean solicitados; iniciando con lo que antecede y justifique el modelo y que servirán como referencia para respaldar la investigación bajo argumentos sólidos, mismos que serán obtenidos de artículos de investigación criminalística y balística, siguiendo con el marco teórico, en el cual se sintetizará la información teórica necesaria para conocer sobre la criminalística, la balística y los indicios que se analizan, y finalizando con la metodología y factibilidad para respaldar la buena elaboración del modelo.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la elaboración de un modelo que ayude a realizar una correcta distribución de casos para análisis, a los peritos que ejercen en un laboratorio de balística, ubicado en la zona 1 de la Ciudad de Guatemala, esto según sea el flujo de análisis que ingresen a la institución estatal, así como de los tipos de análisis que sean solicitados.

A nivel nacional se vive una alta tasa de criminalidad actualmente, volviendo a la criminalística una rama muy importante en la resolución de hechos delictivos y de gran apoyo al sector justicia en los procesos penales guatemaltecos, siendo este laboratorio el único que aporta pruebas científicas de esta índole, y tomando en cuenta que cerca de un 80 % son producidas por armas de fuego tanto así en Guatemala como a nivel América Latina, el ingreso de casos y de solicitudes que ingresan al laboratorio ha ido incrementando año con año (Otamendi, 2019).

Así mismo, a la fecha no se cuenta con una carrera profesional y preparatoria para realizar este tipo de análisis en el país, más que la que se realiza al entrar al laboratorio, volviendo al personal y su experiencia, muy valiosa para el cumplimiento de la demanda de casos que ingresan y a la vez con el aporte que este hace al sector justicia.

El laboratorio de balística, en su lucha por cumplir con todo análisis que ingresa al mismo, a través de los años ha contratado nuevo personal creando una variedad de puestos periciales, sin embargo, no ha logrado generarse un

modelo de distribución de casos a los peritos que considere tanto los rangos salariales, como la experiencia del perito acorde a la complejidad de los casos.

El informe final de la investigación a desarrollar estará conformado por cinco capítulos los cuales estarán conformados de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presentarán los antecedentes tomados como referencia para respaldar la investigación bajo argumentos sólidos, mismos que serán obtenidos de artículos de investigación criminalística y balística.

El capítulo 2 presentará el marco teórico, en el cual se sintetizará la información teórica necesaria para conocer sobre la criminalística, la balística y los indicios que se analizan.

En el capítulo 3 se presentará el desarrollo de la investigación, la misma se llevará a cabo con ayuda la observación participativa y no participativa del investigador, enfocada específicamente en los procesos y técnicas utilizadas en los análisis de los indicios o evidencia.

El capítulo 4 presentará los resultados del trabajo de graduación, estos se plantearán con base en los objetivos específicos, mismos que se deben cumplir en su totalidad para obtener los resultados deseados.

En el capítulo 5, conforme a los resultados obtenidos se presentará la discusión de resultados de forma descriptiva, esta misma explicará detalladamente el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación.

2. ANTECEDENTES

En una investigación de crímenes o delictivos cometidos contra de la vida, la balística forense contribuye en el esclarecimiento de los hechos, Mendoza (2019), ayudará para respaldar la importancia de la balística para el sector justicia basado en la ciencia forense contribuye por ser ciencia auxiliar contribuyendo en la investigación.

La ciencia forense se trabaja por procedimientos científicos que son independientes a los normativos procesales, que establece plazos conclusivos, desarrollo de audiencias, participación de las partes procesales, entre otras directivas dispuestas por la norma procesal penal (Mauricio, 2013).

Aunque balística efectivamente viene aportar para la aclaración de los hechos delictivos, los verdaderos resultados surgen cuando se trabaja en conjunto con todo el sector justicia para que la evidencia exponga lo ocurrido.

En la balística forense existen diversos aspectos que hacen variar la complejidad de cada caso, entre esto podría tomarse en cuenta la seguridad del perito en la manipulación de un A.F., principalmente a la hora de realizar disparos, lo operarios solamente requieren al pie de la letra las instrucciones para manejar un A.F., colocando correctamente el cañón de forma adecuada en posición y orientación en el ingreso del tanque de recuperación de proyectiles, y así mantener la seguridad para los usuarios, evitando al máximo incidentes que por error puedan cometer los peritos que disparan las A.F. sujetas a estudio forense (Alfaro, 2018).

Según Mauricio (2013), ya habiendo disparado, en ocasiones se requiere de una vinculación con escenas de crímenes en donde se recolectaron casquillos o proyectiles de arma de fuego, siendo estos últimos muy variada la complejidad de observación en el microscopio, aunque en ambos tipos de indicios las marcas de clase son las que empiezan a denotar el tipo, clase, o incluso posible arma de fuego involucrada en la realización del hecho criminal, en ocasiones las marcas individualizantes visualizados en dos proyectiles disparados por una sola A.F., varían según el origen de fabricación de los cartuchos o de los materiales que recubren los proyectiles, así pues, lo más recomendable es disparar mínimo tres cartuchos hacer la comparación en el microscopio, y que preferiblemente sean del mismo fabricante que los indicios dubitados (de la escena) a comparar.

La complejidad puede verse no solamente en el análisis de comparación macroscópico, si no que puede darse desde la misma tipificación del A.F., pues en ocasiones ingresan daño en su superficie, en donde parte o toda su identificación no está visible, aunque claro también puede haber sido borrada o retirada de manera intencional para realizar un crimen, cerca de un 45 % de A.F. que ingresan al laboratorio presentan alteraciones en sus troqueles, siendo necesaria la realización de una prueba de recuperación de carácter, para poder dictaminar la identificación de las mismas, aumentando el tiempo de atención que un caso de funcionamiento e identificación de armas de fuego requiere, así como su complejidad, y más aún si el caso no solo lleva esta prueba, sino que también ingresa con indicios con los cuales hay que realizar una comparación macroscópica (Tobar, 2019).

Al ingreso de la bodega del laboratorio, no existe un filtro que sea capaz de predeterminar la dificultad o complejidad de los casos, en parte porque la única información que se posee en esta primer instancia es la hoja de cadena

de custodia, y en ella no están todos los detalles que pueda tener como alteraciones en su identificación o en su funcionamiento, y no siempre llega toda la evidencia en una sola entrega, volviéndose complejo al tiempo cuando llegan el resto de indicios, de ahí ya parte la poca equidad que hay en la distribución de casos a los peritos, pues fuera de la cantidad que se les pueda asignar, este cambio en la complejidad aumenta el tiempo que requiere para cumplir con la demanda de análisis que recae en manos de cada uno de ellos, generándoles estrés, pues aunque esto esté relacionado al nivel del control de la persona, la interacción de su control con las demandas externas suele causar tensión en los trabajadores afectando de cierta forma la productividad, siendo requerida una persona con visión y proactividad quien logre solucionar de mejor manera lo que tenga asignado, sino la fecha requerida, lo antes posible (Osorio y Cárdenas, 2017).

Gutiérrez (2010) es el último libro quién nos ayudará a dejar plasmadas definiciones de productividad, así como las recomendaciones para mejorar y optimizar los procesos.

3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

3.1. Planteamiento de problema

En un laboratorio de balística en el que existe una gran variedad de puestos de trabajo existe el problema de no lograr distribuir adecuadamente la carga laboral, de tal forma que sea congruente con las plazas de trabajo existentes, plazos de tiempo establecidos y naturaleza de los indicios a analizar, de tal forma que se eficiente la función pericial del laboratorio.

3.2. Contexto y descripción

Los altos índices de violencia existentes en el país generan una alta demanda en casos de investigación criminal en los cuales intervienen armas de fuego, en consecuencia, el laboratorio de balística es uno de los laboratorios a los cuales ingresan la mayor cantidad de solicitudes de peritaje. En el transcurso de los años, los diferentes modelos de gestión institucional han introducido al laboratorio de balística una variedad de puestos periciales, que están en función de la escala salarial, sin embargo, no ha logrado generar un modelo de distribución de casos a los peritos que considere los rangos salariales, complejidad del caso, plazos fijados por el ente investigador, entre otros; generándose en consecuencia, diversas situaciones que afectan el clima laboral y desempeño del personal pericial.

3.3. Formulación del problema

A continuación, se plantean las preguntas que nacen del planteamiento del problema y que guían el origen del diseño.

3.3.1. Pregunta central

¿Cómo lograr una adecuada distribución de carga de casos a los peritos del laboratorio de balística de una institución estatal ubicada en la ciudad de Guatemala?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿En qué aspecto se debería basar el modelo para lograr una adecuada distribución de carga laboral?
- ¿Cuál es el tiempo y los recursos necesarios para cumplir con los casos?
- ¿Cuál es la cantidad de casos que ingresa al laboratorio en determinado período de tiempo?

3.4. Delimitación

Los casos analizados en un laboratorio de balística de una Institución Estatal Ubicada en la Ciudad de Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

Es de tomar en cuenta la alta tasa de criminalidad que se vive actualmente en el país, y la importancia de la criminalística para la resolución de hechos delictivos junto con el apoyo que brinda al sector justicia en los procesos penales guatemaltecos, además del hecho que un 80 % de las muertes violentas son producidas por armas de fuego, siendo este laboratorio el único a nivel nacional para realizar estos análisis, teniendo que atender a todas las solicitudes extendidas por el Ministerio Público y el Organismo Judicial.

Lo que justifica el presente trabajo es la existente de carga laboral en el laboratorio de balística, ya que actualmente no está acorde al cumplimiento de demanda solicitudes de análisis y al aprovechamiento de la experiencia de los diferentes puestos periciales, generando no solo atraso en el cumplimiento de dichas solicitudes, sino también afectando el clima laboral y descontento en el personal, pues teniendo diferencia en las escalas salariales la carga es muy similar. Entonces vuelve muy necesaria la elaboración de un modelo que tenga una distribución adecuada, sin tiempos muertos del personal y sin sobrecarga en ningunos de los puestos, y llegando así a cumplir con la demanda total de los análisis solicitados, así como con todo apoyo que requiere el sector justicia en los procesos penales.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Elaborar un modelo de distribución de carga de casos a los peritos del laboratorio de balística de una Institución Estatal Ubicada en la Ciudad de Guatemala.

5.2. Específicos

- Diseñar un modelo de distribución de casos para optimizar los recursos del laboratorio y eficientar el labor pericial.
- Crear un modelo de distribución de casos para peritos conforme a su experiencia.
- Planificar un modelo de distribución de casos para cumplir con la demanda de solicitudes de análisis.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La presente investigación buscará principalmente distribuir de mejor manera los casos que ingresan al laboratorio de Balística, buscando aumentar la eficiencia de entrega de los análisis que se realizan en el laboratorio, reduciendo el tiempo de espera desde que se realiza la solicitud de análisis hasta la entrega del dictamen.

El tiempo de análisis varía respecto de las circunstancias que presente cada caso, si el arma de fuego ingresa con alguna identificación borrada, si posee cotejo o relación con uno o más casos, entre otros, por lo que es sumamente importante realizar un estudio estadístico sobre el tiempo que lleva realizar esta diversidad de casos y considerarlo para la distribución.

Dentro del diseño de modelo de distribución de casos se tiene base en los procedimientos ya establecidos al momento, más en este no se tiene estipulados tiempo de duración, además, hay casos en los que se aplican hasta 4 procedimientos o incluso más, por lo que el estudio de duración de los análisis es esencial para establecer un límite de duración, es decir que los peritos sepan un tiempo estimado máximo para dedicar a estos casos y ser conclusivos, y por lo mismo se dará un reforzamiento para presentar los hallazgos y cómo realizar de forma precisa y concisa los análisis, buscando que estos puedan finalizar el 100 % de sus casos a tiempo y exitosamente.

La investigación se desarrollará en las siguientes fases:

- Fase 1. Revisión de documentos: en la primera fase se deben revisar la documentación que sirva de fundamento para la investigación y diseñar el modelo de distribución de casos. 15 días
- Fase 2. revisión de los procedimientos en práctica (técnicas utilizadas): En esta fase se conocerá las prácticas que realizan los diferentes peritos para obtener de manera eficiente los resultados requeridos en los análisis. 60 días
- Fase 3. conteo de tipos de casos que ingresan y tiempo que requieren: Para esta fase se llevará a cabo el reconocimiento de los casos que ingresan, y el tiempo que requiere cada uno para ser finalizado, por medio de un conteo los casos que ingresan durante tres períodos de asignación mensual en el laboratorio. 90 días.
- Fase 4. Diseñar el modelo de distribución: en esta fase se recopilará toda la información obtenida en los incisos, diseñando el modelo de distribución de casos de manera que cumpla con los requerimientos de análisis de las entidades solicitantes. 30 días
- Fase 5. Desarrollar reforzamientos a los peritos: con las fases anteriores concluidas se elaborará una propuesta para el reforzamiento de los peritos en los procedimientos de análisis, para garantizar el compromiso del recurso humano para cuidar el tiempo y la calidad de los mismos. 15 días

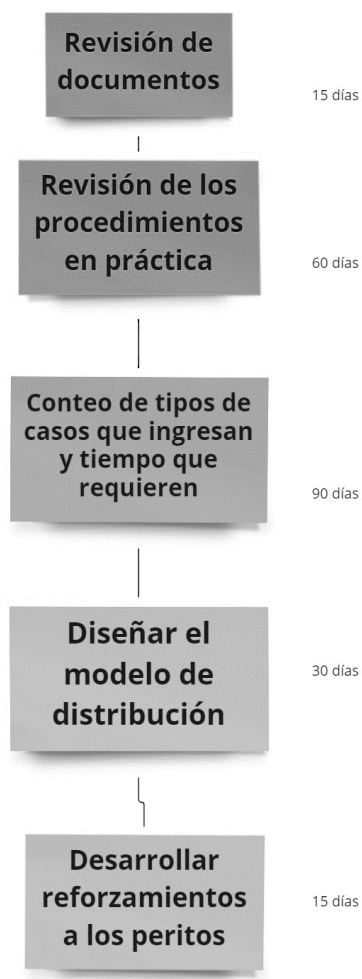
El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo estimado para su desarrollo de 210 días hábiles.

6.1. Esquema de solución

A continuación, se presenta un esquema generado de las fases, así como el estimado de tiempo que llevará la realización de cada una de ellas.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota. La figura muestra un esquema general de las fases y la duración de cada una de ellas.
Elaboración propia, realizado con Miro.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Criminalística

En el derecho penal, es una ciencia que ayuda compuesto por sus fundamentos y conocimientos que podemos usar para esclarecer un crimen, estableciendo con la evidencia los autores y el método su realización. O bien se le puede definir como una ciencia jurídica, con una metodología y técnicas, que agrupa diferentes disciplinas científicas aplicadas a investigar el hecho delictivo, con la finalidad de determinar, estudiando cada indicio, la coyuntura en que se produjo, así como el medio por el cual se ejecutó y el o los sujetos responsables del mismo.

7.2. Laboratorio de criminalística

Es en donde se practican investigaciones científicas consignadas a obtener los ensayos necesarios para comprobar un delito o detectar al ejecutor del mismo. Su propósito es hallar al criminal por medio de sus huellas, proporcionando a la justicia la evidencia por medio del peritaje.

7.3. Pericias

Las pericias son los estudios realizados por un perito acerca de un problema que se le encomienda, a partir de los cuales debe elaborar un informe con el objetivo del estudio, el método al que ha recurrido y sus conclusiones.

Al momento de esclarecer un hecho delictivo, la pericia es el recurso más significativo de la Justicia para analizar las evidencias. Ofrece los medios probatorios para dictaminar veredictos sustentados en un conocimiento científico, técnico o artístico.

7.4. La criminalística

Esta analiza un crimen, para revelar científicamente la agresión y su autor. Su finalidad es transformar en pruebas periciales los indicios estudiados. La misma se cumple con el uso de la ciencia pura y aplicada. Sus acciones se expresan científica, artística y técnicamente en las investigaciones criminales que requieran de ayuda criminalística.

7.5. Unidad de laboratorios de criminalística

Los laboratorios de criminalística utilizan técnicas científicas para procesar las evidencias recabadas durante las pruebas de violación sexual y por los agentes de la ejecución de la ley. Según Forensics for Survivors: los laboratorios de criminalística no interpretan las pruebas ni deciden su significado. (Tobar, 2019, p. 10)

El análisis criminalístico que se realiza en la Institución es efectuado en los distintos laboratorios de la ULC (Unidad de Laboratorios de Criminalística), encargada de las pericias en disciplinas diversas, basándose el progreso de su labor en un procedimiento con base científica, competente en cuanto a su calidad.

7.6. Laboratorio de balística

Es el encargado de realizar peritajes propios de balística comparativa e identificativa, específicamente coteja los indicios ubicados en escena o en el cuerpo de la víctima con elementos indubitados generados por el arma sospechosa. Puede llegar a determinar con certeza si fueron o no disparados por el arma de fuego, generando con ello aportes de mucha implicación en investigaciones criminales. El laboratorio de balística se divide en dos grandes áreas. (Tobar, 2019, p. 11)

7.6.1. Laboratorio de balística identificativa

Es el laboratorio encargado de los análisis para la identificación técnica del arma de fuego, así como de la recuperación del número de serie borrado o alterado en el arma de fuego con base en los métodos desarrollados para tal propósito. También realiza el funcionamiento del arma de fuego a través de fuego real, obtención de las huellas balísticas generadas por las armas de fuego al momento de realizar la prueba de disparo. (Tobar, 2019, p. 11)

7.6.2. Laboratorio de balística informática

Es el laboratorio que almacena mediante una base de datos llamada IBIS (Sistema Integrado de Identificación Balística), micro lesiones dejadas por un arma de fuego en particular, a través de los casquillos que esta percute y detona, así como los proyectiles que dispara. (Tobar, 2019, p. 12)

7.7. Balística forense

Mendoza (2019) explica:

La balística forense es parte de la balística general que comprende un conjunto de conocimientos técnicos científicos, que estudian las armas de fuego, sus funciones, sus movimientos, alcances, efectos y dirección de sus proyectiles; así mismo trata de establecer en las lesiones o muertes ocasionadas por proyectil de armas de fuego, cuanta observación posible halle de las mismas y demás circunstancias que ayuden a orientar la investigación policial o judicial contribuyendo con elementos probatorios para esclarecer un hecho delictuoso.

Es la rama de la criminalística que se encarga del estudio de las armas de fuego, de los fenómenos en el momento del disparo, de los casquillos percutidos, de los proyectiles disparados, de la trayectoria de estos últimos y de los efectos que producen.

Es una parte del conocimiento criminalístico y médico forense que tiene por objeto el estudio de las armas de fuego, su munición y los fenómenos producidos por los disparos de éstas que ayuden al esclarecimiento o solución de hechos de interés de la justicia penal o civil. Además, es la aplicación judicial de la ciencia balística aplicada al esclarecimiento de los hechos. Participa de todas las ramas en que se divide la ciencia balística y en exclusiva de la balística identificativa o comparativa. (Mendoza, 2019, pp. 45-46)

Por lo tanto, contribuye con el esclarecimiento de crímenes desde otra esfera, o atendiendo a otro punto de vista.

La problemática que tiene que resolver la balística forense sigue un camino inverso a la planteada en la ciencia balística clásica. Para ésta, un problema podría ser la munición y arma a utilizar para conseguir unos efectos en un blanco determinado, mientras que, para la balística forense, sería que, a la vista de los efectos producidos en tal blanco, se determine el arma y cartucho o munición utilizada; la distancia y el ángulo de tiro; la trayectoria; el número de disparos efectuados; y si se recoge vaina o proyectil, determinar si ha sido disparado o no por el arma sospechosa. (Mendoza, 2019, p. 46)

7.8. Indicios

Son los que permiten llegar a la respuesta de un hecho a ser probado, ya que proveen datos, rastro o argumentos, por lo que implican hechos o datos conocidos, ciertos y probativos, que conducen conocer el hecho que sin ellos se desconoce y, por ser ignoto, se debe probar mediante operaciones lógicas.

Al hablarse del hecho o dato conocido, cierto o probado se está haciendo referencia a toda evidencia física; como indicante, que se localiza y extrae en o de la escena del crimen; la cual puede consistir en prueba indiciaria referencial (rastros, huellas, vestigios, marcas, restos, manchas) o prueba indiciaria presencial (testigos, que al ser debidamente procesada nos conducirá como medio de prueba a establecer el esclarecimiento del hecho delictivo, como indicado. (Mendoza, 2019, p. 58)

7.9. Arma de fuego

El arma de fuego es un dispositivo destinado a propulsar uno o múltiples proyectiles mediante la presión generada por la combustión de un propelente (ATF, 2018).

7.10. Clasificación de las armas de fuego

Pistola: “la pistola se origina en el siglo XVI, cuando se produjeron las primeras armas de fuego en Europa” (Tobar, 2019, p. 187).

La palabra inglesa fue introducida cerca de 1570 desde el Medio francés *Composants*, la etimología de la palabra francesa *Composants* se disputa, puede ser de una palabra checa para primeros cañones de mano, pístala silba, o alternatively de italiano pistolese, después de Pistoia, una ciudad reconocida por fabricantes de armas de la época del Renacimiento. (Tobar, 2019, p. 187)

La primera sugerencia deriva la palabra checo pístala, referida a un cañón de mano utilizado en las Guerras Husitas en el año 1420. La palabra Checa fue adoptada en alemán como *pitschale*, *pitschole*.

- Revólver

Patentado en 1836, con esta arma se consiguió una capacidad práctica para entregar cargas múltiples a un cañón en rápida. Esto se consiguió mediante la rotación sincrónica del cilindro, en el que cada cartucho está contenido en su propia cámara de ignición y es traído secuencialmente en alineación con el cañón del arma por un mecanismo de indexación de la alimentación relacionados con gatillo del arma (doble acción) o su martillo (solo-acción). Estas recámaras nominalmente cilíndricas, suelen tener una capacidad entre cinco y ocho cartuchos dependiendo del tamaño del revólver y el tamaño del cartucho. (Tobar, 2019, p. 190)

- Rifle

“Es un arma de fuego diseñada para ser disparada desde el hombro, con un cañón que tiene una ranura helicoidal o el patrón de surcos también llamado estriado cortadas en las paredes del cañón” (Tobar, 2019, p. 190).

- Subametralladora (SMG)

“Es un arma diseñada para disparar cartuchos de pistola en forma automática. El término subametralladora fue acuñado por John T. Thompson, el inventor de la ametralladora Thompson” (Tobar, 2019, p. 191).

- Escopeta

Según Tobar (2019):

Es un arma de fuego que generalmente está diseñada para ser disparada desde el hombro, que utiliza cartuchos de proyectiles múltiples generalmente esto se traduce en un disparo de pequeñas esféricas llamadas perdigones o postas así también como el lanzamiento violentamente de un proyectil sólido llamado un slug o Brenett.

Las escopetas vienen en una amplia variedad de tamaños, que van desde 5.5 mm (22 pulgadas) de diámetro hasta 5 cm (2 pulgadas) de diámetro en boca de fuego y en una gama de mecanismos de funcionamiento de armas de fuego, incluyendo, de simple o doble acción,

de bombeo, perno y acción de palanca, semiautomática e incluso completamente automáticas.

Una escopeta es un arma de fuego en donde el interior del cañón no es estriado, generalmente es de anima lisa, anterior con armas de fuego, como el rifle que es de cañón estriado.

No todas las armas automáticas son ametralladoras. Subfusiles ametralladores, rifles, rifles de asalto, escopetas, pistolas o cañones puede ser capaz de operar el arma de fuego completamente automático, pero no están diseñados para el fuego sostenido. Como una clase de armas de tiro rápido militares, ametralladoras son armas completamente automáticas diseñadas para ser utilizadas como armas de apoyo y se utilizan generalmente en uso bélico. Muchos (aunque no todos) ametralladoras también utilizan la correa de alimentación, características normalmente no se encuentran en rifles. (p. 191)

- Carabina

Según Tobar (2019):

Se deriva del término francés carabine, es un arma de fuego de brazo largo, pero más corto que el de un rifle o fusil.

Muchas carabinas son versiones acortadas de rifles de larga duración, que utilizan la misma munición, mientras que otras armas de fuego utilizan munición de baja potencia. El tamaño es más pequeño y ligero en las carabinas y esto hace más fácil de manejar. (p. 192)

7.11. La munición o cartucho

El cartucho es el conjunto sólido que integra a todos los elementos que produce el disparo en un arma portátil de fuego. Entonces lo definimos como un “cuerpo compacto y unitario que reúne todos los elementos necesarios para producir un disparo en un arma de fuego” (Hernández, 2015, p. 26).

El cartucho de las armas pequeñas está constituido por la vaina, el cebo o iniciador, la carga propulsante, la pólvora y el proyectil.

7.11.1. La vaina o casquillo

Según Hernández (2015):

El casquillo es el componente metálico del cartucho, que tiene por objeto servir de contenedor para los demás elementos (la bala, la pólvora y el fulminante).

Los casquillos están elaborados, generalmente, con bronce, una composición de 70 % de cobre y 30 % de zinc. Menos comúnmente,

están hechas de acero o de aluminio. El bronce, el plástico y el papel se usan para vainas de cartuchos de escopeta.

La función real del casquillo es ...expandir y sellar la recámara, evitando el escape de los gases en retroceso cuando se dispara el cartucho.

Cuando se dispara un cartucho de bronce, la presión del gas producida por la combustión de la carga propulsora expande la vaina fuertemente contra las paredes de la recámara (p. 26).

7.11.2. El cebo, iniciador o fulminante

Según Hernández (2015):

El cebo o iniciador, es una pequeña carga de un elemento químico sensible a los impactos, que se puede encontrar en el centro o en el borde de la parte posterior del cartucho.

El fulminante en los cartuchos de armas cortas está clasificado como de fuego central o de fuego anular, según sea la ubicación del fulminante. Los llamaremos los de percusión central y los de percusión

anular. En general, los cartuchos de fuego central son más poderosos que los cartuchos de fuego anular que son los calibre 22.

En los cartuchos de fuego central, el fulminante está localizado en el centro de la base de la vaina. Cuando se dispara un arma, la aguja de percusión golpea el centro de la copa del fulminante, comprimiendo su compuesto entre la copa y el yunque, haciendo que este compuesto explote. La abertura del yunque permite que la llama pase a través del oído a la vaina y, en consecuencia, encienda la pólvora o carga propulsora.

Los componentes originales del fulminante están hechos de fulminato de mercurio. Al disparar, se desprende el mercurio, lo cual desafortunadamente se descomponía en sales cloradas, que causaban la corrosión de los cañones. Los componentes que se usan son ingredientes químicos que no son mercurio ni corrosivos.

La mayoría de los componentes que se emplean actualmente, varían entre plomo, nitrato de bario y sulfuro de antimonio. El descubrimiento de ellos constituye la base de los test para determinar si un individuo ha disparado un arma. (pp. 26-27)

7.11.3. La pólvora

“La pólvora es el propulsor o carga propulsora del cartucho, cuya misión es impulsar a la bala, facilitando el empuje necesario para que ésta recorra su trayectoria” (Hernández, 2015, p. 27).

7.11.4. El taco

Según Hernández (2015):

Es exclusivo de los cartuchos o municiones para escopeta, es de plástico y tienen forma de copa, lo que evita su combustión como ocurría antaño que provocaba una interferencia en la correcta interpretación de las lesiones por arma de fuego.

A la hora de mencionar los componentes de los cartuchos semimetálicos, más popularmente denominados cartuchos de escopeta, muchos olvidan uno de los elementos esenciales, el taco. (p. 30)

7.11.5. El proyectil

“Es definido como cualquier cuerpo proyectado a través del espacio. El proyectil, es la parte del cartucho que abandona la boca de fuego cuando se produce el disparo” (Hernández, 2015, p. 31).

Según Hernández (2015):

Tras el disparo, como consecuencia de la combustión de la pólvora, se producen los gases de explosión, la llama y el negro de humo, que junto con el proyectil y los granos de pólvora quemados y sin quemar, constituyen lo que se denominan los elementos del disparo. El proyectil, es el responsable de las principales lesiones que se producen en el organismo, es la parte del cartucho que abandona la boca de fuego del arma, en el momento del disparo, dirigiéndose al blanco para cederle su energía residual.

El proyectil es el principal factor responsable de las lesiones en un disparo por arma de fuego. El proyectil deja a su paso a través del cuerpo, un orificio de entrada o herida de penetración, un trayecto o camino de la bala, y una herida de salida que puede faltar. (p. 31)

Son características del proyectil:

- Su calibre
- Su forma
- Su constitución
- Su peso
- Su rayado superficial

En cuanto a su forma, puede ser:

- Cilíndrica crónica

- Posta / perdigones (esferas)
- Cilíndrica ojival
- Achatado

En cuanto a cómo se constituye:

- De plomo desnudo
- Encamisado de níquel
- Encamisado de cobre
- Encamisado incompleto
- Balas expansivas

7.12. Utilidad de la balística en la búsqueda pública de la verdad

La búsqueda pública de la verdad implica que los órganos de justicia deben velar por esclarecer los hechos que la ley tipifique como delictivos, persiguiéndolos desde que los mismos son notificados de su existencia, conforme lo dicta la Constitución, empleando todo medio disponible para investigar y probar lo acontecido. De ello depende cómo se sustenten las hipótesis presentadas ante los jueces. Al mismo tiempo, este accionar se vincula directamente con el propósito de los procesos penales, que considera: ...la averiguación de un hecho señalado como delito o falta, las circunstancias en que pudo ser cometido, el establecimiento de la posible participación del sindicado, el pronunciamiento de la sentencia respectiva no importando que esta sea condenatoria o absolutoria y así mismo la ejecución de la misma. (Mendoza, 2019, p. 47)

Según Mendoza (2019):

Cabe destacar que, habitualmente, la prueba de balística para los fiscales del Ministerio Público es utilizada como indicio que sustenta la prueba testimonial, a pesar de ser una prueba confiable que, si bien se encuentra regulada en la norma procesal como una prueba pericial, es de índole científica, ya que sus resultados son irrefutables al indicar que un proyectil ha sido disparado por un arma.

En este sentido, al valorar dicha prueba, la declaración de un testigo que indica que el sujeto activo del delito efectivamente disparó el arma, está junto a los demás medios de prueba debería sustentar la prueba balística y no viceversa aportando así mayor garantía y seguridad al proceso.

Asimismo, la fiscalía debe considerar en todo momento que sus funciones giran sobre el principio de objetividad no dando lugar únicamente a incriminar a un sujeto como comúnmente es observado, si no a la vez buscar pruebas que le sean favorables contribuyendo de dicha manera a hacer efectivo los fines del proceso penal siendo este la averiguación de la verdad. (pp. 47-48)

7.13. Relevancia de los informes de balística para administrar justicia

Los informes de balística hallan su relevancia cuando se ejercita y administra la justicia, puesto que aportan dictámenes periciales dotados de conocimiento por el que los jueces solucionarán ciertos conflictos que, en determinadas ocasiones, no podrían resolver, puesto que quienes juzgan no se especializan en el área de conocimiento y deben acudir a especialistas que puedan ilustrarlos, en busca de imparcialidad.

Por su nivel de tecnicidad, estos informes exceden los alcances de los jueces, aunque los mismos están obligados a encontrar fundamentos valederos y objetivos que ilustren su sano juicio, condenando o absolviendo a los acusados de acuerdo con parámetros debidamente fundamentados. Por este motivo, la relevancia de estos documentos es crucial.

En este sentido, las funciones de los informes de balística son:

- “Aportar al juez conocimientos necesarios para resolver los problemas relacionados a hechos de los cuales su naturaleza se necesiten conocimientos puramente técnicos como lo es el caso del dictamen del perito en balística” (Mendoza, 2019, p. 49).
- “Las partes lo utilizaran para fortalecer y defender su hipótesis o contradecir la que sostiene su adversario” (Mendoza, 2019, p. 49).
- “Fundamenta de forma legal, técnica y científica la decisión del juez por ser un respaldo que emana de una fuente idónea y legal” (Mendoza, 2019, p. 49).

No obstante, aunque lógicamente los jueces deben en sus funciones ocuparse de impartir justicia, esta misión vuelve la especialización en balística

en una necesidad, considerando que los mismos se enfrentan a tomar decisiones acerca de criminales que, normalmente, recurren al uso de armas de fuego para cometer sus crímenes.

De esta manera, los informes periciales entrelazan lo técnico de la Balística con el Derecho, convirtiendo a ambas en disciplinas complementarias que facilitan la plena comprensión de los hechos y la pertinencia de los dictámenes, para que sean justos.

7.14. Dictámenes de los peritos

Los dictámenes de los peritos en balística son leídos ante la justicia luego de finalizados los recorridos procesales. Al finalizar la lectura, los peritos deben ratificar lo que han oído y esclarecer todas las dudas que surgieren en esa instancia.

El o los jueces, según corresponda, deberán valorar el modo en que se recabó la evidencia, conforme su sano juicio, para luego emitir sentencia. Es de destacar la suma cautela de los jueces en este análisis valorativo, puesto que, aunque recurran a especialistas en balística, desconocen la disciplina, lo que podría arrastrarlos a conclusiones erróneas, con su errónea réplica en lo sentenciado, pudiendo su decisión ser impugnada.

7.15. Proteger la vida

La vida es una expresión abstracta que como tal no tiene existencia en la realidad. Lo que prima y efectivamente existe en la realidad física son los seres vivos y sus partes. Los entes individuales tienen una existencia

propia, autónoma, consistente y temporalmente finita la continuidad de este fenómeno no es la realidad sino la expresión de la generación de los seres vivos, los unos a partir de los otros, en una sucesión que no admite discontinuidad. (Mendoza, 2019, p. 52)

De esta razón parte la idea del derecho natural a la vida, puesto que todos los seres humanos gozan del mismo por su simple existencia y sin intervención de ningún organismo estatal, siendo anterior a todos ellos. La misma debe ser protegida.

7.16. Productividad

Para Rojas (2017):

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados.

Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, entre otro. En otras palabras, la medición de la

productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. (p. 28)

En este sentido:

Buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar. (Rojas, 2017, p. 28)

7.17. Eficiencia

“La eficiencia es la capacidad para evitar el derroche de materiales, energía, esfuerzos, dinero y tiempo en hacer algo o en producir el resultado deseado” (Tobar, 2019, p. 201).

Así, en líneas generales, puede señalarse que la misma consiste en realizar tareas adecuada y exitosamente, evitando desperdicios.

“Desde una perspectiva matemática, podría indicarse que es ...la capacidad de una aplicación específica de esfuerzo para producir un resultado específico con una cantidad mínima o cantidad de desperdicio, gasto o esfuerzo innecesario” (Tobar, 2019, p. 201).

Es habitual confundir lo eficiente con lo eficaz o efectivo. Sin embargo, mientras lo eficiente puede ser medido de acuerdo a la relación logro del objetivo recursos utilizados, lo efectivo es una parte de esta relación: la que remite a, simplemente, lograr el objetivo que se persigue. Aunque ambos pueden ser cuantificados, el proceso para cuantificar lo eficiente es más complejo y requiere de múltiples operaciones matemáticas. Dado que la eficiencia considera los recursos disponibles y cómo estos son utilizados, los resultados esperados varían.

Popularmente, se suele decir que ser eficiente significa que se hacen las cosas bien, en tanto ser eficaz significa que se hacen las cosas correctas, aunque esta distinción puede resultar algo ambigua.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Análisis de etapas iniciales de indicios

3.1.1. Ingreso de armas de fuego

3.1.1.2. Ingreso de indicios para cotejo

3.1.1.3. Preclasificación de armas de fuego

3.2. Análisis de los procedimientos

3.2.1. Identificación de arma de fuego

3.2.2. Cotejo de indicios contra armas de fuego

3.2.3. Recuperación de caracteres

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Equipo de trabajo
 - 4.1.1. Entrenamiento de los miembros del equipo
- 4.2. Desarrollo del modelo de distribución de casos
- 4.3. Programa de reforzamiento

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Este capítulo versará sobre la ruta que tomará este proyecto de graduación, desde la fase de investigación hasta su desarrollo:

9.1. Características del estudio

Lo siguiente mostrará el inicio de la ruta que tomará este proyecto de graduación, en la fase de investigación:

9.1.1. Enfoque

El presente trabajo posee un enfoque mixto, ya que se basa en la identificación las diferentes técnicas que se realizan dentro de los análisis por medio de investigación de los procedimientos, el uso de los equipos, de los recursos materiales, y humanos de la institución, permitiendo conocer a fondo los métodos de análisis y obtención de resultados más eficiente, siendo esta la parte cualitativa.

9.1.2. Alcance

Respecto el alcance será de tipo descriptivo, ya que tiene como objetivo recolectar información sobre los procedimientos de análisis de los diferentes tipos de indicios que ingresa al laboratorio de balística, evaluarlos y crear así un modelo de distribución de casos que se plasmará en un documento escrito que servirá para establecer una base sólida de ejecución que permitirá la reducción

de atrasos en las solicitudes de las diversas entidades, entregándoles los dictámenes periciales.

9.1.3. Diseño

En el diseño este será no experimental, pues toda la información será obtenida mediante la observación participativa de los procedimientos de análisis de indicios, sin modificar tal cual la forma que se realizan los mismos, solamente será la base para la elaborar el modelo de distribución de casos, algunas técnicas que se implementarán serán la revisión de documentos de los procedimientos ya establecidas, ejecución y finalización de los mismos. Permitiendo plasmar el modelo de forma objetiva sobre la ejecución de los procedimientos en la documentación escrita y en la práctica.

9.2. Unidad de análisis

En relación de la unidad de análisis, será la práctica en la ejecución de los procedimientos de los peritos según su Expertiz, de la cual se obtendrán la mejor forma para elaborar una distribución adecuada y equitativa, evitando cualquier clase de retraso en la entrega de dictámenes periciales.

9.3. Variables

Entre las variables la siguiente tabla mostrará la unidad de análisis que conlleva el presente diseño

Tabla 1.

Unidad de análisis

Variables	Definición Teórica	Definición Operativa	Indicadores
Criminalística	Disciplina en la que se aplican métodos y técnicas de investigación científica de las ciencias naturales	Identificar los procedimientos actualmente establecidos en la institución en el cumplimiento de la investigación	-Procedimientos de análisis de identificación de armas de fuego, prueba de recuperación de caracteres, cotejo con indicios.
Retrasos e incumplimiento en plazos	Falta de ejecución de un deber impuesto por una norma, una resolución administrativa o judicial, un acto o un contrato	Definir cuales son las mejores técnicas de criminalística balística son las mas adecuadas para la finalización de los análisis donde se aproveche mejor el tiempo y los recursos, reduciendo los atrasos de entrega.	-Delimitar las practicas y técnicas que aumentan la eficiencia.
Productividad.	Se encarga de medir y calcular el total de bienes y servicios que han sido producidos por cada factor utilizado (tierra, trabajo, capital, tiempo, etc.) durante un periodo determinado.	Observar la practica y el tiempo que utilizan los peritos, verificando y comparando la diversa experiencia pericial donde se aproveche mejor el tiempo y los recursos	-Prácticas en ejecución de los diversos análisis, y documentación de los mismos.
Peritos del Laboratorio de Balística con diferente carga salarial/experiencia.	Experto en una materia a quien se le encomienda la labor de analizar desde un punto de vista técnico, artístico, científico o práctico la totalidad o parte de los hechos litigiosos.	Hacer un reconocimiento de los casos que ingresan, y el tiempo que requiere cada uno para ser finalizado, por medio de un conteo de casos, verificando y comparando la diversa experiencia pericial existente.	-Cantidad de casos que se les asignaran a los peritos en los diversos cargos que posean, que tipo de análisis realizaron y tiempo requerido.
Acumulación de casos en Bodega.	Es el proceso por el cual se van sumando elementos, que pueden ser iguales. o de diferentes tipos	Realizar un conteo de la cantidad de casos que ingresan al laboratorio, la diversidad de clases de análisis que requieren, así como de los que terminan quedando rezagado.	-Casos, solicitudes de análisis y reiteraciones de análisis que ingresan al laboratorio

Nota. La tabla muestra las variables junto con sus definiciones, así como los indicadores de cada una de ellas. Elaboración propia, realizado con Excel.

9.4. Fases de estudio

A continuación, se describirán las fases en las que se divide el desarrollo de la investigación:

- Fase 1: revisión de documentos

En la primera fase se debe revisar la documentación que sirva de fundamento para la investigación y diseñar el modelo de distribución de casos. La información se buscará en la documentación del área de gestión de calidad

de manera digital buscando los diferentes procesos que ya se posea, así como los perfiles de los peritos, además de la base del laboratorio de balística para identificar los ingresos de solicitudes de análisis que vayan ingresando.

- Fase 2: revisión de los procedimientos en práctica (técnicas utilizadas)

En esta fase se conocerá las prácticas que realizan los diferentes peritos para obtener de manera eficiente los resultados requeridos en los análisis, principalmente de los que usan más de un solo procedimiento, con ayuda de la documentación técnica que brinde gestión industrial en los procedimientos y de los peritos se conocerá la mejor forma en que logran trabajar los procedimientos siempre siguiendo los lineamientos que los documentos dicten.

- Fase 3: conteo de tipos de casos que ingresan y tiempo que requieren.

Para esta fase se llevará a cabo el reconocimiento de los casos que ingresan, y el tiempo que requiere cada uno para ser finalizado, por medio de un conteo de los casos que ingresan durante tres períodos de asignación mensual en el laboratorio. Esto sería revisando los casos que ingresan a la base, y realizando entrevistas formales con a los peritos, revisando de la cantidad de casos que recibieron, cuántos de estos requirieron ser cotejados con escenas, cuántos llevaron un mayor proceso de identificación, incluyendo realizar la prueba de recuperación de caracteres.

- Fase 4: diseñar el modelo de distribución

En esta fase se recopiló toda la información obtenida en los incisos anteriores y se estructurará un documento escrito, con el modelo de distribución de casos de manera que cumpla con los requerimientos de análisis de las

entidades solicitantes, identificando la mejor forma de ejecución del procedimiento, y el tiempo para realizarlo según el cargo o perfil que el responsable posea, en el que toda la información será presentada de forma clara y puntual.

- Fase 5: desarrollar reforzamientos a los peritos.

Con las fases anteriores concluidas se elaborará una propuesta para el reforzamiento de los peritos en los procedimientos de análisis, para garantizar el compromiso del recurso humano para cuidar el tiempo y la calidad de los mismos. Estos reforzamientos contendrán los temas mínimos sobre las mejores prácticas y el tiempo sugerido para cada procedimiento que se realiza en los análisis, su alcance y la razón de su ejecución.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se realizarán análisis junto a peritos de diversos puestos o cargos para conocer todas las prácticas que realizan los diferentes peritos para obtener de manera los resultados requeridos en los análisis, principalmente de los que usan más de un solo procedimiento, con ayuda de la documentación técnica que brinde gestión industrial en los procedimientos y de los peritos se conocerá la mejor forma en que logran trabajar los procedimientos presentando un informe detallado sobre las técnicas que llevan cada una de ellas en los diversos análisis.

Teniendo ya el informe se llevará a cabo el reconocimiento de los casos que ingresan, y el tiempo que requiere cada uno para ser finalizado, por medio de un conteo de los casos que ingresan durante tres períodos de asignación mensual en el laboratorio. Esto sería revisando los casos que ingresan a la base, y realizando encuestas formales con a los peritos, revisando de la cantidad de casos que recibieron, cuántos de estos requirieron ser cotejados con escenas, cuántos llevaron un mayor proceso de identificación, incluyendo realizar la prueba de recuperación de caracteres, y el resultado de esto será presentado en una tabla mostrando la estadística de cada una de las variaciones registradas, cuantas fueron de cada una de ellas y el tiempo requerido.

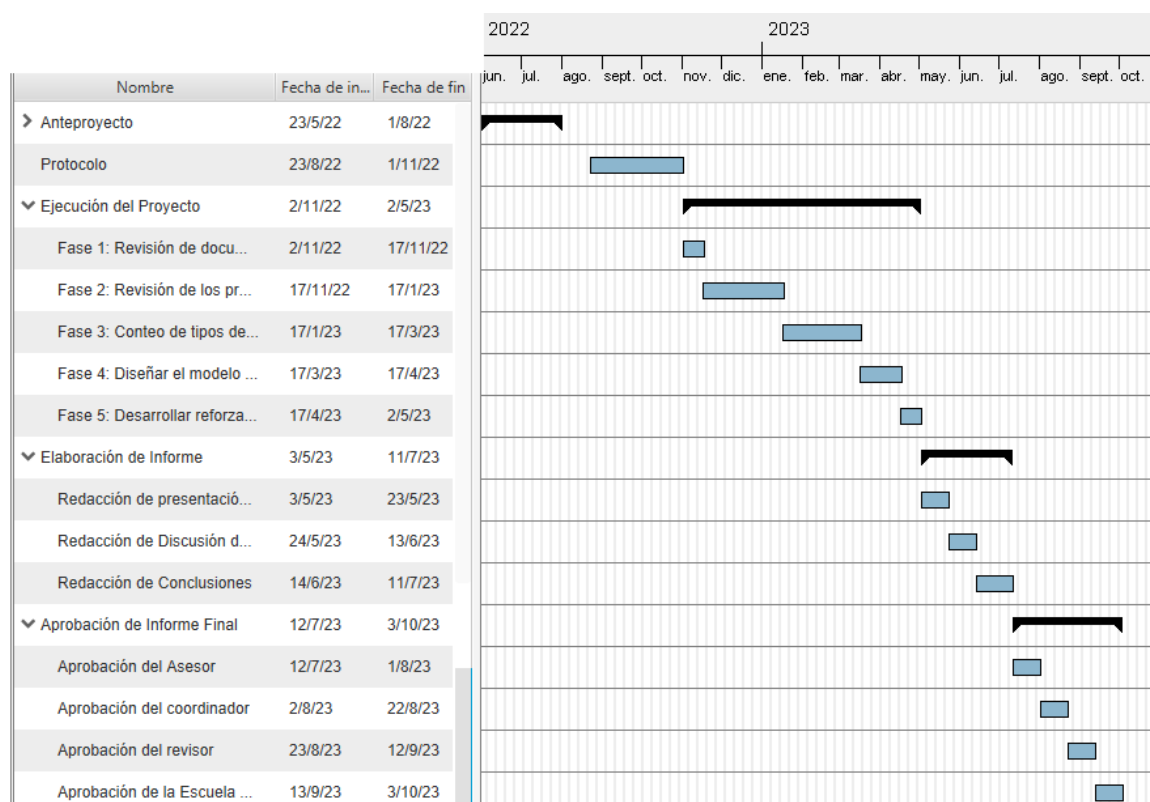
Con toda la información obtenida se elaborará el modelo de distribución de casos de manera que cumpla con los requerimientos de análisis de las entidades solicitantes, identificando la mejor forma de ejecución del

procedimiento, y el tiempo para realizarlo según el cargo o perfil que el responsable posea, el mismo será presentado en un formato detallado.

11. CRONOGRAMA

Para el desarrollo de la investigación se estableció el siguiente cronograma de actividades.

Tabla 2.
Cronograma



Nota. La tabla muestra el tiempo estimado y necesario para la elaboración de la investigación. Elaboración propia, realizado con Ms Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

- Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la elaboración de la investigación:

Tabla 3.
Presupuesto

Item		Cantidad	Costos (Q)	Fuente de Financiamiento
Recurso Humano	NO APLICA	-	Q -	NO APLICA
Recursos Materiales	Útiles y papelería	-	Q 600.00	Propia
Recursos Físicos	Gasolina	-	Q1,500.00	Propia
Recursos Tecnológicos	Computadora	1	Q3,500.00	Propia
	Internet	-	Q 330.00	Propia
Equipo	NO APLICA	-	Q -	NO APLICA

Nota. La tabla muestra tanto la cantidad y costo de cada uno de los ítems necesarios para la elaboración de la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Este presupuesto lo cubrirá el investigador en su totalidad, siendo esta una suma total de Q. 5,930.00.

13. REFERENCIAS

- Alfaro, L. (2018). *Proyecto de factibilidad para un cuarto de disparo a utilizarse en el laboratorio de balística del instituto nacional de ciencias forenses de Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- ATF (2018). *Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives*. <https://www.atf.gov/resource-center/publications-library>
- De León, C. (2016). *Variación de las impresiones balísticas en proyectiles con diferentes materiales de recubrimiento calibre 9 x 19 mm disparados por una misma pistola*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- Hernández, L. (2015). *Manejo de indicios balísticos en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos con heridas penetrantes por de arma de fuego*. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- Mauricio, J (2013). *La balística como elemento esencial para la identificación y análisis del tipo de armas de fuego utilizadas en las escenas del crimen*. [Tesis de maestría, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio institucional.
- Mendoza, C. (2019). *Los estudios de balística forense y su trascendencia en la investigación preliminar y preparatoria en los delitos contra la vida, en el*

distrito fiscal de Huaura, período 2016 – 2017. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio institucional.

Osorio, J. y Cárdenas, L. (2017). Estrés laboral: estudio de revisión. *Revista Diversitas - Perspectivas en Psicología*, 13(1), 81-87.

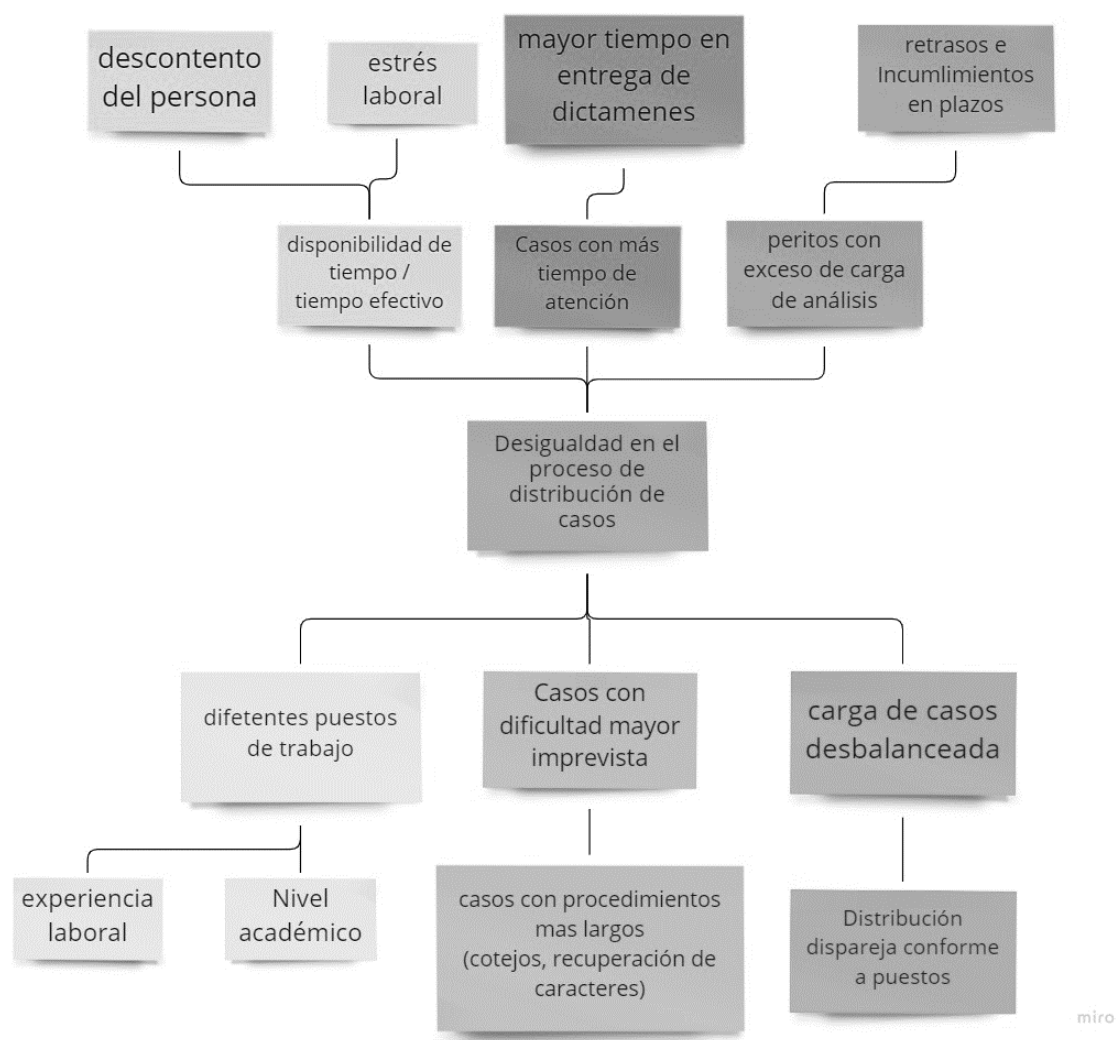
Otamendi, M. A. (2019). Juvenicidio armado: homicidios de jóvenes y armas de fuego en América Latina. *Salud Colectiva*, 15, 1-16.
<http://revistas.unla.edu.ar/saludcolectiva/article/view/1690/1444>

Tobar, A. (2019). *Implementación de una nueva área de trabajo para la optimización de la productividad en la aplicación de los diferentes métodos de recuperación de números de serie en armas de fuego en el laboratorio de criminalística del INACIF*. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

14. APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol de problemas



Nota. la figura muestra el árbol de problema, estando abajo la raíz del mismo y arriba las consecuencias. Elaboración propia, realizado con Miro.

Apéndice 2.

Matriz de coherencia

PROBLEMA: En un laboratorio de balística en el que existe una gran variedad de puestos de trabajo existe el problema de no lograr distribuir adecuadamente la carga laboral, de tal forma que sea congruente con las plazas de trabajo existentes, plazos de tiempo establecidos y naturaleza de los indicios a analizar, de tal forma que se eficiente la función pericial del laboratorio.

Preguntas de Investigación	Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Pregunta Central	General				
¿Cómo lograr una adecuada distribución de carga de casos a los peritos del laboratorio de balística de una institución estatal ubicada en la ciudad de Guatemala?	Elaborar un modelo de distribución de carga de casos a los peritos del laboratorio de balística de una Institución Estatal Ubicada en la Ciudad de Guatemala.	Variable Independiente: Criminalidad. Variable Dependiente: Criminalística	-Procedimientos de análisis de identificación de armas de fuego, prueba de recuperación de caracteres, cotejo con indicios.	- Revisión de la documentación. -Información suministrada por el área de gestión de calidad.	- Revisión de la documentación que sirva de fundamento para la investigación y diseñar el modelo de distribución de casos. La información se buscará en la documentación del área de gestión de calidad de manera digital buscando los diferentes procesos que ya se posea.
Preguntas Auxiliares	Específicos				
¿En qué aspecto se debería basar el modelo para lograr una adecuada distribución de carga laboral?	• Diseñar un modelo de distribución de casos para optimizar los recursos del laboratorio y eficientar labor pericial.	Variable independiente: Retrasos e incumplimiento en plazos. Variable Dependiente: Productividad.	-Delimitar las practicas y técnicas que aumentan la eficiencia. -Prácticas en ejecución de los diversos análisis, y documentación de los mismos.	- Observación participativa junto a los peritos y con la ayuda de la documentación técnica que brinde gestión industrial en los procedimientos.	- Reconocimiento de las prácticas que realizan los diferentes peritos para obtener de manera eficiente los resultados requeridos en los análisis, principalmente de los que usan más de un solo procedimiento.
¿Cuál es el tiempo y los recursos necesarios para cumplir con los casos?	• Crear un modelo de distribución de casos para peritos conforme a su experiencia.	Variable Independiente: Peritos del Laboratorio de Balística con diferente carga salarial/experiencia. Variable Dependiente: Clima laboral y desempeño del personal pericial.	-Cantidad de casos que se les asignaran a los peritos en los diversos cargos que posean, que tipo de análisis realizaron y tiempo requerido.	-Entrevistas formales con a los peritos, sobre la cantidad de casos que se les asignaron y de que tipo de análisis realizaron y tiempo requerido.	- Revisión de los casos que ingresan y se asignan confirmando con los peritos realizando entrevistas formales con a los peritos, revisando de la cantidad de casos que les fueron asignados, cuántos de estos requirieron ser cotejados con escenas, cuántos llevaron un mayor proceso de identificación, incluyendo realizar la prueba de recuperación de caracteres.
¿Cuál es la cantidad de casos que ingresa al laboratorio en determinado período de tiempo?	• Planificar un modelo de distribución de casos para cumplir con la demanda de solicitudes de análisis.	Variable independiente: Acumulación de casos en Bodega. Variable dependiente: Gestión de Inventarios.	- Casos, solicitudes de análisis y reiteraciones de análisis que ingresan al laboratorio	- Monitoreo de la base y de los ingresos a la bodega.	-Reconocimiento de los casos que ingresan a la base, durante tres periodos de asignación mensual en el laboratorio.

Nota. La tabla muestra el orden o secuencia del problema, así como ideas y soluciones, manteniendo la coherencia en la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.