



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Implementación de puesto de control para inspección
no intrusiva de carga y vehículo mediante equipos de
rayos X por retrodispersión en Centro Poblado
Machente – Ayacucho**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Edson Gilberto TACANGA LAURO

ASESOR

Dr. Werner Wilmer PACHECO LUJAN

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Tacanga, E. (2023). *Implementación de puesto de control para inspección no intrusiva de carga y vehículo mediante equipos de rayos X por retrodispersión en Centro Poblado Machente – Ayacucho*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edson Gilberto Tacanga Lauro
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45397510
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Werner Wilmer Pacheco Lujan
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25615370
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3560-212X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Rogelio Isaac Valderrama Romero
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09074547
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-9436-0757
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edy Roman Ccorahua
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06767696
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jose Carlos Hurtado Rantes
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08558088
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0747-0278
Datos de investigación	
Línea de investigación	E.4.11.1 Sociedad, Ciencia, Tecnología e Innovación

Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Ayacucho Provincia: La Mar Distrito: Aynas Centro poblado: Machente Latitud: -12.72262359000 Longitud: -73.88427182000
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2019 - Octubre 2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 029/FIEE-CTGT/2023

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 11 de septiembre del 2023, como Presidente de Jurado el **ING. ROGELIO ISAAC VALDERRAMA ROMERO**, integrado por el Miembro de Jurado **ING. JOSE CARLOS HURTADO RANTES**, el Miembro de Jurado **MG. EDY ALBERTO ROMÁN CCORAHUA** y Miembro Asesor el **DR. WERNER WILMER, PACHECO LUJAN**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. EDSON GILBERTO TACANGA LAURO** con código N° **07190001** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE PUESTO DE CONTROL PARA INSPECCIÓN NO INTRUSIVA DE CARGA Y VEHÍCULO MEDIANTE EQUIPOS DE RAYOS X POR RETRODISPERSIÓN EN CENTRO POBLADO MACHENTE – AYACUCHO”**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo diecisiete (17).

Ciudad Universitaria, 11 de septiembre del 2023

ING. ROGELIO VALDERRAMA ROMERO

Presidente de Jurado

ING. JOSE CARLOS HURTADO RANTES

Miembro Jurado

MG. EDY ROMÁN CCORAHUA

Miembro de Jurado

DR. WERNER WILMER, PACHECO LUJAN

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo WERNER WILMER PACHECO LUJAN en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N°029/FIEE-CTGT/2023 del trabajo desuficiencia profesional cuyo título es: Implementación De Puesto De Control Para Inspección No Intrusiva De Carga Y Vehículo Mediante Equipos De Rayos X Por Retrodispersión En Centro Poblado Machente - Ayacucho, presentado por la bachiller Edson Gilberto Tacanga Lauro para optar al título profesional de Ingeniera Electrónico. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 7% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 25615370

Nombres y apellidos del asesor:

Dr. Werner Wilmer Pacheco Lujan

Dedicatoria

Para mis padres, Gilberto y Virginia, quienes con amor inculcaron el sentido de la responsabilidad en mí; a mi amada esposa Gisella, quien comparte mis sueños y me ayuda a lograr las metas de mi vida; a mis hijos Giovanni, Gabriela y Gadiel, los motivos y el sentido de mi existencia; y a mis hermanos Sergio, Jesús e Isaac, con quienes guardo hermosos recuerdos en mente y corazón.

RESUMEN

Este informe describe la implementación de un puesto de control para inspección no intrusiva de carga y vehículos usando equipos de rayos X con tecnología de retro dispersión (backscatter), de la marca American Science and Engineering (AS&E), de procedencia americana; en el centro poblado de Machente (Ayacucho).

Primero, se estudió el Tráfico Ilícito de Drogas (TID); luego se buscó información acerca de las tecnologías aplicadas en el mundo para combatirlo; posteriormente, se identificó la tecnología usada en Perú y se buscó información sobre equipamiento. Se apuntó al estudio de equipos móviles de rayos X de la marca AS&E, adquiridos por el Estado Peruano en 2010, que han ayudado a desarticular bandas criminales ligadas al TID e incautar insumos químicos. Además, se tuvo acceso a conocimientos sobre sus partes, tecnología, funcionamiento, fortalezas, debilidades, dosis de radiación y medidas de protección radiológica; así como a indicadores manejados por la Policía Nacional del Perú. Finalmente, se analizan e interpretan dichos indicadores señalando los beneficios que dicha tecnología brinda al Perú, además de la importancia de contar con otros equipos de última tecnología para continuar la lucha contra las drogas.

Palabras Clave: Rayos X, retro dispersión, Z Backscatter Van ZBV, inspección no intrusiva de carga y vehículos, dosis de radiación.

ABSTRACT

This report describes the implementation process of a checkpoint for non-intrusive inspection of cargo and vehicles using X-ray equipment with backscatter technology, by the American Science and Engineering (AS&E) brand; in Machente town (Ayacucho).

First, Illicit Drug Trafficking (TID) was studied; then information was sought about the technologies applied in the world to combat it; subsequently, the technology used in Peru was identified and information on equipment was sought. The study of AS&E mobile X-ray equipment, acquired by the Peruvian State in 2010, which have helped to dismantle criminal gangs linked to the TID and seize chemical supplies, was included.

In addition, there was access to knowledge about its parts, technology, operation, strengths, weaknesses, radiation dose and radiological protection measures; as well as indicators managed by the National Police of Peru.

Finally, these indicators are analyzed and interpreted, pointing out the benefits that this technology provides to Peru, in addition to the importance of having other state-of-the-art equipment to continue the fight against drugs.

Keywords: X-ray, backscatter, Z Backscatter Van ZBV, non-intrusive inspection of cargo and vehicles, radiation dose.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo del informe	1
1.2. Estructura del informe	1
CAPÍTULO II	3
INFORMACIÓN DEL LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	3
2.1. Institución donde se desarrolló la actividad	3
2.2. Periodo de duración de la actividad	3
2.3. Finalidad y objetivos de la entidad	4
2.4. Razón social	4
2.5. Dirección Postal	5

2.6. Correo electrónico del profesional a cargo	5
CAPÍTULO III	6
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	6
3.1. Organización de la actividad	6
3.1.1. Z Backscatter Van o ZBV	7
3.2. Finalidad y objetivos de la actividad	9
3.2.1. Finalidad	9
3.2.2. Objetivos	9
3.3. Problemática	10
3.3.1. Problemática general	10
3.3.2. Problemática específica	11
3.3.3. Justificación e importancia de la investigación	11
3.4. Metodología	12
3.4.1. Bases teóricas	12
3.4.2. Marco Conceptual	16
3.5. Procedimiento	19
3.5.1. Recopilación y análisis de indicadores	30
CAPÍTULO IV	62
CONCLUSIONES	62
4.1. Justificación	62
4.2. Metodología aplicada	63
4.3. Conclusiones	66
CAPÍTULO V	68

RECOMENDACIONES	68
CAPÍTULO VI	69
BIBLIOGRAFÍA	69
CAPÍTULO VII	72
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor porcentual de las organizaciones criminales desmanteladas respecto de las reconocidas.	31
Tabla 2. Valor porcentual de droga decomisada respecto del total de droga programada.	42
Tabla 3. Clase de droga decomisada de enero hasta julio del 2018.	43
Tabla 4. Valor porcentual de personas detenidas vinculadas al TID.	49
Tabla 5. Cantidad de insumos químicos confiscados.	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Figura 1. Rutas del tráfico ilícito de drogas en el Perú. Fuente: Artículo periodístico Los clanes de la cocaína – cuarta entrega: Antes mochileros, hoy transportistas. 7

Figura 2. Equipo móvil de rayos X por retro dispersión aplicado en inspección no intrusiva de carga y vehículos Z Backscatter Van o ZBV, de la marca AS&E. Fuente: Manual técnico de equipo ZBV. 8

Figura 3. Equipo de rayos X por retro dispersión AS&E ubicado en Machente. Fuente: Google Browser. 20

Figura 4. Zona de exclusión recomendada por fabricante AS&E. Fuente: Manual técnico de equipo ZBV. 21

Figura 5. Equipo de rayos X ZBV trabajando en modo estacionario. Objetivos deben circular a 1.5 metros del furgón del ZBV. Fuente: Manual técnico de equipo ZBV. 23

Figura 6. Primeros escaneos con el equipo de rayos X ZBV. Fuente: Elaboración propia. 24

Figura 7. Generador eléctrico diésel o grupo electrógeno. Fuente: Elaboración propia. 25

Figura 8. Medida de voltaje de batería en carga. Fuente: Elaboración propia. 25

Figura 9. Medida de voltaje de salida y frecuencia de generador eléctrico. Fuente: Elaboración propia. 26

Figura 10. Pantalla de estado del sistema sin interbloqueos de seguridad activos. Fuente: Elaboración propia. 26

Figura 11. Presión de refrigerante del tubo de rayos X (50 PSI) y frecuencia de giro de rueda del subsistema tubo de rayos X. Fuente: Elaboración propia. 27

Figura 12. Leds de estado de generador de alto voltaje en verde. Fuente: Elaboración propia. 28

Figura 13. Revisión de subsistemas del equipo de rayos X ZBV. Fuente: Elaboración propia. 29

Figura 14. Revisión de calidad de imágenes de rayos X. Fuente: Elaboración propia. 30

Figura 15. Gráfico de barras que expresa la cantidad de organizaciones delictivas desmanteladas en el año 2018 desde enero hasta julio. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 32

Figura 16. Gráfico de barras que expresa la cantidad de organizaciones delictivas desmanteladas desde el año 2012 - 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 33

Figura 17. Cantidad de organizaciones delictivas relacionadas con el tráfico ilícito de drogas desmanteladas en el periodo 2017 a 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 34

Figura 18. Número de organizaciones criminales desarticuladas vinculadas al TID durante el año 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 35

Figura 19. Cantidad de armamento incautado a personas vinculadas al TID. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 41

Figura 20. Avance de drogas decomisadas al mes de julio del 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 44

Figura 21. Cantidad de droga decomisada en el periodo 2012-2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 45

Figura 22. Kilogramos de droga incautada según ciudad al mes de julio del 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 46

Figura 23. Cantidad de droga decomisada por tipo durante el 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 48

Figura 24. Personas detenidas por TID en el periodo 2012-2018(*). Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 50

Figura 25. Personas detenidas versus operaciones policiales por TID. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 51

Figura 26. Personas capturadas relacionadas con el TID versus operativos policiales según departamentos. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 52

Figura 27. Cantidad de personas detenidas vinculadas al TID durante el 2019. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 53

Figura 28. Insumos químicos estratégicos incautados. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 55

Figura 29. Cantidad de insumos químicos estratégicos incautados en el periodo Julio 2017 – junio 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 56

Figura 30. Tendencia en el número de insumos químicos confiscados hasta el mes de julio del 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 57

Figura 31. Tendencia de insumos químicos confiscados desde el año 2012 al 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP. 58

Figura 32. Insumos químicos interdictados, incautados y destruidos. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 59

Figura 33. Resumen de incautaciones durante el 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>. 60

Figura 34. Números relacionados al TID obtenidos por la PNP en el año 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo del informe

El objetivo del presente documento es realizar una revisión de los equipos de rayos X móviles ZBV en particular, describir la implementación de un puesto de control en el centro poblado de Machente (Ayacucho) y evaluar los beneficios que ha tenido la adquisición de los mismos a través de lectura, análisis e interpretación de indicadores a los que se ha tenido acceso debido al campo de trabajo del autor.

1.2. Estructura del informe

El ámbito de estudio del presente informe se fija específicamente en el equipo de rayos X por retro dispersión ZBV adquirido por el Estado Peruano y destinado al centro poblado de Machente en la ciudad de Ayacucho; donde se sabe que el flujo de estupefacientes que constituyen el delito de tráfico ilícito de drogas es alto.

En el presente documento se realizará una breve descripción de la tecnología de rayos X por retro dispersión y del equipo móvil de rayos X ZBV, el cual está identificado por su número de serie ZBV-R689; se dará a conocer las principales aplicaciones y fortalezas del equipo, así como sus limitaciones; seguido se presentará el proceso de implementación de un punto de control para carga y vehículos; y finalmente, se presentará los indicadores obtenidos de la base de datos de la Policía Nacional del Perú los que se analizarán e interpretarán para poder establecer si la adquisición y empleo de este equipo de rayos X ha sido beneficioso y ha contribuido de manera significativamente positiva en la lucha contra las drogas en nuestro país.

CAPÍTULO II

INFORMACIÓN DE LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

2.1. Institución donde se desarrolló la actividad

La empresa en la cual se ha desarrollado las acciones que se detallan en el presente informe es TECNOLOGIA INDUSTRIAL Y NACIONAL SA, empresa que se desarrolla en el rubro de la tecnología médica, participando en grandes proyectos de construcción y equipamiento de hospitales a nivel nacional; pero además en el campo de la tecnología aplicada a la seguridad, con ventas de equipos de rayos X por retro dispersión y servicios de mantenimiento para los mismos.

2.2. Periodo de duración de la actividad

Las actividades de campo se llevaron a cabo del 09/08/2019 al 09/10/2019.

2.3. Finalidad y objetivos de la entidad

a) Finalidad:

- Brindar una solución tecnológica ante una problemática que afecta negativamente a la sociedad y la cual es combatida por la Policía Nacional del Perú.

b) Objetivos:

- Realizar la venta de equipos de rayos X por retro dispersión ZBV fabricados por la compañía norteamericana American Science and Engineering.
- Realizar la venta de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de rayos X por retro dispersión ZBV.
- Garantizar la óptima operación y confiabilidad de los equipos de rayos X por retro dispersión.
- Ampliar la visión para la implementación de equipamiento de alta tecnología que ayude a la lucha contra las drogas en el Perú.

2.4. Razón Social

La empresa tiene como razón social TECNOLOGIA INDUSTRIAL Y NACIONAL SA.

2.5. Dirección Postal

Dirección Legal: Av. Manuel Olguín 501 – Oficina 1103

Distrito: Santiago de Surco

Departamento: Lima, Perú

2.6. Correo electrónico del Profesional a Cargo

El profesional responsable fue el ingeniero Guillermo Pérez Juárez.

Se señala correo electrónico: guillermo.perez@tecnasa.pe

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

Tecnología Industrial y Nacional S.A. posee la representación de la marca AS&E (American Science and Engineering) para la venta de equipos móviles de rayos X aplicados en inspección de carga y vehículos denominados Z Backscatter Van o ZBV, así como para la venta de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo a todo costo de los equipos mencionados.

Dichos equipos móviles se encuentran desplegados en puntos estratégicos en diferentes ciudades del Perú, de acuerdo a un plan para la lucha contra las drogas en el Perú desarrollado por la Policía Nacional del Perú, en específico por la Dirección Antidrogas (Dirandro). Dichas ciudades son Lima, Ayacucho, Junín, Ica, Cusco y Ancash; las cuales fueron identificadas como las que más rutas de tráfico ilícito de droga presentan, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Rutas de tráfico ilícito de drogas en el Perú. Fuente:
Artículo periodístico Los clanes de la cocaína – cuarta entrega:
Antes mochileros, hoy transportistas.

3.1.1. Z Backscatter Van o ZBV

En nuestro país, la Policía Nacional del Perú, específicamente la Dirección Antidrogas (Dirandro), cuentan con 12 equipos móviles de rayos X por retro dispersión los cuales están desplegados por todo el territorio nacional en los principales puntos de control o rutas conocidas de entrada y salida de drogas, insumos u otras amenazas. Se les

conoce como equipos móviles porque el sistema de rayos X está montado en una camioneta de la marca Ford, modelo F-550, lo cual hace mucho más fácil su despliegue a diferentes partes del territorio nacional.

El nombre ZBV se forma de la siguiente manera: la letra Z hace referencia al bajo número atómico de los elementos que este sistema es capaz de resaltar en las imágenes (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) y de los cuales están compuestos las principales amenazas tales como drogas, insumos químicos, contrabando, dinero, entre otras. La letra B hace referencia a la tecnología de retro dispersión, que en inglés se traduce como Backscatter. Y finalmente, la letra V hace referencia al vehículo en el cual originalmente estaban montados estos sistemas móviles de rayos X, los cuales eran unas minivans de la marca Mercedes Benz, pero que en la actualidad también son usadas camionetas de la marca Ford, como se observa en la Figura 2.



Figura 2. Equipo móvil de rayos X por retro dispersión aplicado en inspección no intrusiva de carga y vehículos Z Backscatter Van o ZBV, de la marca AS&E. Fuente: Manual técnico de equipo ZBV.

El presente trabajo tiene como variable una de las principales tecnologías empleadas en el Perú para la lucha contra las drogas. Esta tecnología de rayos X por retro dispersión llegó al Perú desde el 2010 y ha venido trabajando de manera continua con el empleo de los ZBV. En el presente informe se evalúa su impacto y su utilidad en el centro poblado de Machente (Ayacucho), así como la necesidad de contar siempre con equipos de alta tecnología para combatir el ilícito antes mencionado.

3.2. Finalidad y objetivos de la actividad

3.2.1. Finalidad

Este informe tiene como finalidad presentar la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en los equipos ZBV y evaluar el impacto que ha tenido en el Perú en la lucha contra las drogas y delitos derivados, al implementar un puesto de control en el centro poblado de Machente (Ayacucho), teniendo acceso a indicadores proporcionados por la Policía Nacional del Perú.

3.2.2. Objetivos

3.2.2.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos influye en la lucha contra las drogas en el Perú, específicamente en el centro poblado de Machente (Ayacucho).

3.2.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar en qué medida se reduce el volumen del tráfico ilícito de drogas gracias al empleo de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos.
- Determinar en qué medida se desarticulan los cárteles de tráfico ilícito de drogas por el uso de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos.
- Determinar los beneficios políticos logrados con las estrategias de detección asociadas al empleo de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos.
- Establecer cómo el uso de un equipo móvil de rayos X por retro dispersión para inspección no intrusiva de carga y vehículos influye en la productividad de los puestos de control.
- Determinar el grado de seguridad radiológica para la carga, operador e ingeniero de servicios en un equipo móvil de rayos X por retro dispersión para inspección de carga y vehículos.

3.3. Problemática

3.3.1. *Problemática general*

¿Cuál es el grado de influencia de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos en la lucha contra las drogas en el Perú?

3.3.2. Problemática específica

- ¿En qué medida se reduce el volumen del tráfico ilícito de drogas gracias a la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos?
- ¿En qué medida se desarticulan los cárteles de tráfico ilícito de drogas por el uso de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos?
- ¿Cuáles son los beneficios políticos logrados con las estrategias de detección asociadas al empleo de la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos?
- ¿Cómo el uso de un equipo móvil de rayos X por retro dispersión para inspección no intrusiva de carga y vehículos influye en la productividad de los puestos de control?
- ¿Cuál es el grado de seguridad radiológica para la carga, operador e ingeniero de servicios en un equipo móvil de rayos X por retro dispersión para inspección de carga y vehículos?

3.3.3. Justificación e importancia de la investigación

a) Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, el presente trabajo de investigación permitirá conocer los beneficios, así como las limitaciones que la tecnología de rayos X por retro dispersión ofrece en el ámbito de la inspección no intrusiva de carga y vehículos. Asimismo, la descripción de las partes y el

funcionamiento de un equipo móvil de rayos X fabricado por la compañía American Sáciense and Engeneering AS&E.

b) Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, la presente investigación permite conocer los beneficios y logros que el uso de un equipo móvil de rayos X por retro dispersión ha tenido al ser utilizado por la Policía Nacional del Perú, más específicamente por la Dirección Antidrogas, en los distintos puestos de control en el cual se encuentran operando. Ha sido de vital importancia recoger datos sobre incautaciones para poder apreciar la importancia y la relevancia que esta tecnología ha alcanzado en nuestro país en el campo de la lucha contra las drogas y el narcotráfico.

c) Justificación metodológica

La presente investigación se justifica metodológicamente al recolectar y analizar datos estadísticos de cómo ha evolucionado la lucha contra el tráfico ilícito de drogas en nuestro país a partir de la adquisición de equipos móviles que emplean la tecnología de rayos X por retro dispersión.

3.4. Metodología

3.4.1. Bases teóricas

3.4.1.1. Internacional

- a) Callerame (2006), en su trabajo “X-ray backscatter imaging: Photography through barriers”, arribó a las conclusiones siguientes: primero, que las imágenes de rayos X por retro dispersión (a través del efecto Compton) han sido ampliamente desarrolladas e implementadas en sistemas alrededor del mundo para detectar potenciales amenazas y diferentes tipos de contrabando ubicados o escondidos en enormes contenedores, vehículos y equipajes pequeños; segundo, el efecto de las imágenes de rayos X por retro dispersión es similar a tomar una fotografía del contenido del contenedor a través de la pared del mismo la cual es ópticamente opaca, con el brillo de la imagen estrechamente relacionado con el número atómico promedio de los componentes de la imagen; y tercero, estos sistemas pueden diseñarse con una amplia gama de compensación entre la resolución, la velocidad de escaneo y el campo de visión y ofrecen capacidades de imágenes de un solo lado que no son posibles con sistema simples de rayos X por transmisión.
- b) Schauer (2011), en su investigación “Does security screening with backscatter X-ray do more good than harm?”, se enfocó en el papel de los principios de seguridad radiológica en el control de seguridad de personas al ser escaneadas con equipos de rayos X por retro dispersión y cómo estos son destinados a satisfacer los principios, o, en otras palabras, limitar los riesgos estocásticos como el cáncer. Finalmente, arribó a la siguiente conclusión: primero, las dosis de los equipos de rayos X por retro dispersión son muy bajas y seguras para las personas individualmente, pero estas mismas dosis no son seguras para una población o sociedad.
- c) Naji, Jaafar y Al-Ani (2016) en la investigación “Effect of backscattered radiation on X-ray image contrast”, estableció como

objetivo evaluar el efecto de la radiación retro dispersada en el contraste de imágenes de rayos X mediante la evaluación del efecto de la reducción de la retro dispersión en el contraste de las imágenes de rayos X; y llegó a la siguiente conclusión: el contraste de las imágenes de rayos X depende de varios factores tales como parámetros de exposición, contraste del objeto y radiación retro dispersada existente. El contraste de las imágenes radiográficas puede ser mejorado controlando la radiación retro dispersada, así como los parámetros de exposición. Rejillas anti retro dispersión fabricadas en la investigación mejoran el contraste de las imágenes de rayos X. La efectividad de las rejillas depende del material y del diseño, así como de los parámetros de exposición. Por lo tanto, mejores contrastes en las imágenes de rayos X pueden ser logrados usando rejillas anti retro dispersión fabricadas de hierro acero con parámetros de exposición de 70kVp y 40mAs. Los resultados prueban un método aplicable para reducir la radiación retro dispersada y mejorar la calidad de la imagen de rayos X.

3.4.1.2. Nacional

- a) Dávila (2009), en la tesis “Aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva para el control aduanero en el puerto del Callao”, propuso como objetivo general determinar cómo contribuye la aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva a un efectivo control aduanero en el puerto del Callao. La investigación aterrizó en las siguientes hipótesis: primero, la aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva contribuye a un efectivo control aduanero en el puerto del Callao, debido a que se reduciría el comercio ilícito de mercadería prohibida, el cual llega al Perú por el puerto del Callao y límites

fronterizos; segundo, el análisis permanente de la aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva contribuye en la disminución del delito del tráfico ilícito de drogas; tercero, la aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva ayuda para la disminución del delito de defraudación de rentas de aduana; cuarto, la evaluación de la aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva garantiza que se cumpla con los estándares solicitados en los acuerdos comerciales; y quinto, la aplicación de la inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva tiene que ser trabajada conjuntamente con la administración aduanera a fin de establecer controles con mayor rigurosidad.

- b) Quevedo (2018), en su trabajo de investigación “Control aduanero en la lucha contra el tráfico ilícito de drogas realizado en la jurisdicción de la Intendencia de Aduana Marítima del Callao en el período 2013-2017”, estableció como objetivo general describir y comparar el control aduanero en la lucha contra el tráfico ilícito de drogas en la jurisdicción de la Intendencia de Aduana Marítima del Callao (IAMC) en el período 2013-2017. La tesis se efectuó bajo parámetros del enfoque cuantitativo, tipo sustantiva, diseño no experimental de corte longitudinal, método deductivo; se recolectó información a través de la revisión documental; la investigación sostuvo la siguiente conclusión: el número de inspecciones no intrusivas de mercancías disminuyó debido a la compra de equipos móviles de rayos X cuyo manejo ralentizaba la operatividad del control aduanero dificultando el trabajo de los funcionarios aduaneros. La duración de las inspecciones no intrusivas aumentó debido a la tecnología adquirida.
- c) Pure (2018), en el trabajo de suficiencia profesional llamado “Proceso de mejora del control no intrusivo de carga de exportación en Sunat-Aduanas, Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en el

año 2018”, definió como objetivo general mejorar y automatizar el proceso de inspección por medios no intrusivos, de la carga de exportación aérea, por parte de Sunat-Aduanas, en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, durante el año 2018. La investigación llegó a las siguientes conclusiones: primero, la adquisición de equipos de rayos X busca mejorar las condiciones de control y prestación de servicios no intrusivos en la carga de exportación por parte de Sunat-Aduanas, en la zona primaria del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, y siendo de tipo móvil autopropulsado como una de sus principales características, permitiría su traslado hacia la Zona de Transferencia del AIJCH, de esta forma Sunat-Aduanas contribuiría con reducir los tiempos de atención por inspección y los costos de acarreo de los explotadores aéreos; segundo, la adquisición del equipo móvil de rayos X proporcionará el soporte tecnológico de vanguardia que la Sección de Monitoreo y Control Electrónico (SMCE) requiere, evitando el traslado de mayor recurso humano hacia ella, su adquisición traerá consigo el perfeccionamiento profesional de los actuales miembros de la SMCE y el desarrollo de sus habilidades y pericia en la inspección no intrusiva de mercancías; y tercero, la adquisición de equipos de rayos X móvil, ayudará a mejorar y actualizar el proceso de inspección de mercancías de exportación, permitiendo su automatización.

3.4.2. Marco conceptual

3.4.2.1. AS&E. Son las siglas de American Science and Engineering, que es una compañía norteamericana, con sede en Boston, que desarrolla la tecnología de rayos X por retro dispersión y la aplica en inspección de carga y

vehículos en sus diferentes líneas de productos: equipos móviles (entre los cuales se encuentra el ZBV), portales y equipos de inspección de paquetes.

3.4.2.2. Equipo móvil de rayos X. Un equipo móvil de rayos X es aquel que, debido a su autonomía eléctrica, puede movilizarse a diversos lugares para su operación, sin perder ningún atributo en su funcionamiento, sin importar las condiciones climáticas del lugar al que se desplaza. Para esto tiene equipado un subsistema de aire acondicionado (tanto en la cabina como en el furgón), que permite tener una temperatura de trabajo estable. Asimismo, el generador eléctrico tiene equipado un “kit de climas fríos” que permite acondicionar el mismo para su encendido sin problemas.

3.4.2.3. Fuente de radiación ionizante. Se denomina fuente de radiación ionizante a aquel elemento natural o electrónico que emite radiación ionizante. Los elementos químicos como el uranio, plutonio o cobalto son radiactivos, es decir, emiten radiación ionizante todo el tiempo hasta que se degradan totalmente. Por otro lado, un tubo de rayos X es una fuente electrónica de rayos X, pues los emite siempre y cuando se le aplique alto voltaje y corriente.

3.4.2.4. Ingeniero de servicio. Personal capacitado para la instalación, mantenimiento y capacitación de personal acerca de equipos de rayos X por retro dispersión para inspección no intrusiva de carga y vehículos ZBV.

3.4.2.5. Inspección no intrusiva. Es un tipo de inspección de carga (también de vehículos) que permite el reconocimiento del contenido sin la necesidad de abrir el medio de transporte para descargarla.

3.4.2.6. Puntos de control. También denominados puestos de control. Son lugares específicos ubicados en sitios estratégicos en los cuales la Policía Nacional del Perú realiza controles para posibles incautaciones de insumos químicos, drogas o contrabando. Suelen ubicarse en entradas y salidas de ciudades que han sido identificadas donde existen rutas conocidas para el transporte de dichas amenazas. Es en estos puntos donde se emplean los equipos de rayos X ZBV.

3.4.2.7. Radiación. Se denomina radiación al transporte de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o un medio material.

3.4.2.8. Radiactividad. Es un proceso por el cual un núcleo atómico inestable pierde energía mediante la emisión de radiación. Un material que contiene este tipo de núcleos inestables se denomina o considera un material radiactivo. Los equipos de rayos X ZBV no poseen estos elementos como fuente de radiación, sino que utilizan un tubo de rayos X; así que mientras están apagados (sin corriente y kilo voltaje suministrado al tubo) no emiten ningún tipo de radiación electromagnética ionizante.

3.4.2.9. Rayos X. Los rayos X son una clase de radiación electromagnética, invisible para el ojo humano, capaz de atravesar cuerpos opacos y de imprimir películas fotográficas. Los equipos ZBV utilizan como fuente de rayos X los tubos de rayos X.

3.4.2.10. Retro dispersión. Tecnología aplicada en los equipos de rayos X, en la cual se utilizan aquellos rayos X que se retro dispersan, es decir, aquellos que “regresan” al equipo luego de incidir en el objeto. Dicha tecnología permite resaltar en las imágenes escaneadas elementos con bajos números atómicos como el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Los equipos de rayos X ZBV utilizan esta tecnología para su funcionamiento de tal manera que son capaces de identificar amenazas como insumos químicos para la droga, droga, dinero, personas, contrabando y armas.

3.4.2.11. ZBV. Siglas en inglés de Z Backscatter Van. La letra Z hace referencia al número atómico de los elementos químicos que este equipo es capaz de resaltar en las imágenes; Backscatter, o retro dispersión en español, se refiere al tipo de tecnología empleada para la detección de los rayos X, pues estos equipos tienen la particularidad de generar las imágenes a partir de los rayos X que se retro dispersan y no los que atraviesan el objetivo. Por último, Van indica el tipo de vehículo en los que originalmente se acondicionaba el

equipo de rayos X, pues ahora se usa camionetas, pero la nomenclatura Van no se varió.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Implementación de puesto de control

3.5.1.1. Elección de la ubicación

A través del estudio de la problemática del Tráfico Ilícito de Drogas (TID), se eligió diversas ciudades estratégicas para el establecimiento de puestos de control. De esta manera, la ciudad de Ayacucho es la ciudad con mayor número de puestos de control en el Perú, debido a la gran circulación de drogas e insumos químicos para la droga a través de sus rutas.

En el presente informe, se presenta los trabajos realizados para la implementación del puesto de control en el centro poblado de Machente, ubicado en la selva de la ciudad de Ayacucho, perteneciente a la zona conocida como VRAEM (Valles de los ríos Apurímac, Ene y Marañón); ya que es una de las rutas más utilizadas para el tráfico de estupefacientes e insumos químicos para la droga.

3.5.1.2. Ubicación del equipo de rayos X

El centro poblado de Machente se encuentra ubicado en el distrito de Ayna, provincia de La Mar, en la región Ayacucho.

El equipo de rayos X ZBV, se ubicó en la avenida principal del centro poblado de Machente, como se aprecia en la Figura 3; debido a que esta ruta es por donde entran vehículos desde ciudades de la selva de Ayacucho y Cusco, y por donde salen vehículos desde Huamanga (capital de Ayacucho) hacia el VRAEM.



Figura 3. Equipo de rayos X por retro dispersión AS&E ubicado en Machente. Fuente: Google Browser.

3.5.1.3. Medidas de protección radiológica

Antes de la implementación del puesto de control, se realizó un análisis del lugar para poder determinar a ciencia cierta si es factible la instalación del equipo en la ubicación elegida. Para ello se tomó como referencia las

recomendaciones del fabricante para la instalación segura del equipo de rayos X, como se muestra en la Figura 4, y los conocimientos adquiridos en el curso de protección radiológica dictado por el Instituto Nacional de Energía Nuclear IPEN.

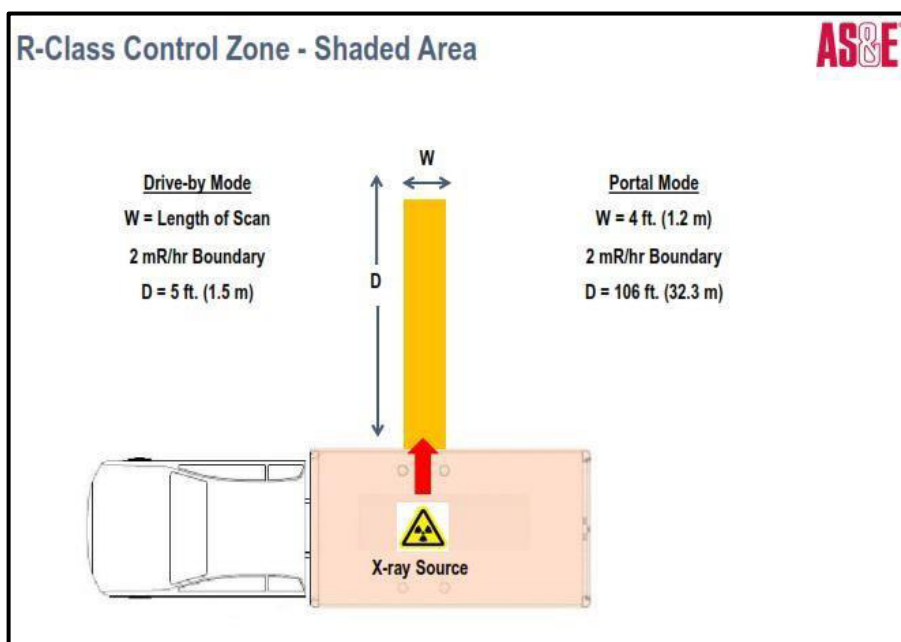


Figura 4. Zona de exclusión recomendada por el fabricante AS&E.

Fuente: Manual técnico de equipo ZBV.

3.5.1.4. Indicaciones para usuarios y pobladores

Una vez instalado el equipo de rayos X, el personal usuario recibe una capacitación de parte del equipo de ingenieros de Tecnasa, para el

correcto uso y funcionamiento del equipo. Dicha capacitación comprende una sesión de ocho horas de exposición y 5 horas prácticas; acerca del equipo y de protección radiológica. De la misma manera, se capacita al usuario para poder funcionar como un primer filtro al momento de ocurrir algún problema o falla en el equipo, ya que debido a la distancia que separa Machente de la base de operaciones de Tecnasa en Lima, muchas veces las atenciones son remotas, pudiéndose solucionar con ayuda del usuario por llamada telefónica o video llamada.

Por otra parte, debido a las muy bajas dosis de radiación que el equipo de rayos X AS&E produce, tanto usuarios como pobladores deben sentirse seguros en cuanto a su salud.

Debido a la finalidad que tiene el uso de estos equipos por parte de la Policía Nacional del Perú, muchas veces se suele mantener el anonimato de la identidad de estos equipos, es decir, no se indica a la población qué tipo de equipos son ni para qué sirven los ZBV de AS&E.

3.5.1.5. Primeros escaneos en modo estacionario

El equipo de rayos X ZBV de AS&E, instalado por Tecnasa en el centro poblado de Machente, es usado, la mayoría del tiempo, en modo estacionario. El modo estacionario consiste en ubicar el equipo ZBV en un lugar estratégico y mantenerlo estacionado, si se desea con el motor de la camioneta apagado, pero con el equipo de rayos X prendido. De esta manera, los vehículos a ser escaneados deberán circular por el lado derecho del ZBV o lado del copiloto (pues los detectores se encuentran de ese lado), a una velocidad que puede ser configurada en el software del sistema (0.5, 5 o 10 km/h) la cual debe ser indicada por el personal de la PNP a los choferes mediante letreros o de la manera

que crean pertinente. Además, deberán circular a aproximadamente metro y medio del furgón del ZBV. Estas condiciones deben tratar de cumplirse para que la calidad de las imágenes de rayos X sea óptima, como se muestra en la Figura 5 y Figura 6.

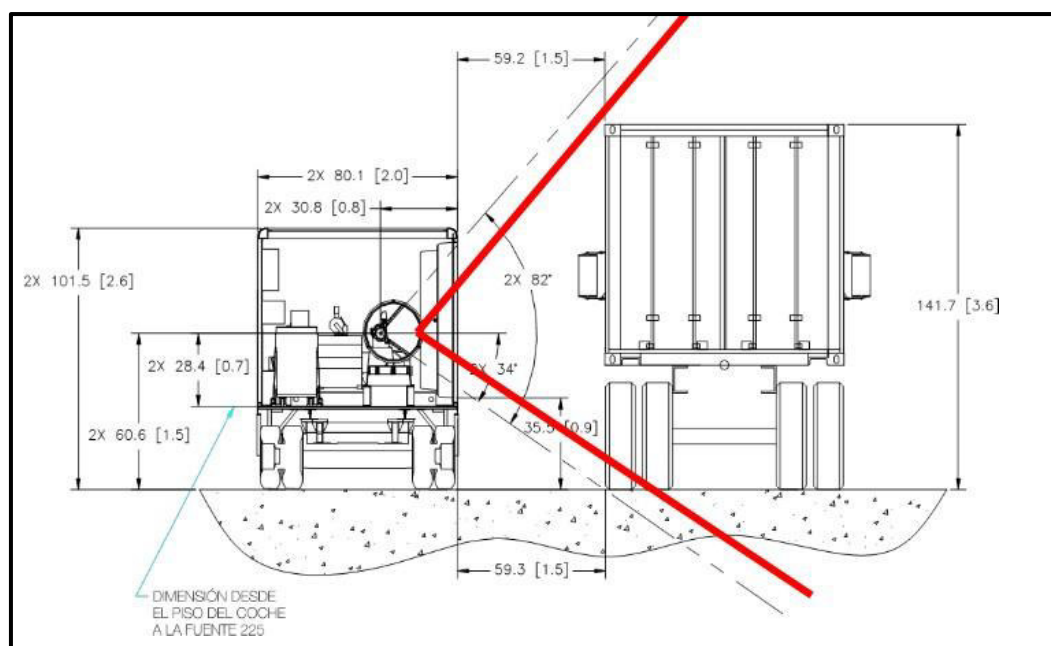


Figura 5. Equipo de rayos ZBV trabajando en modo estacionario.

Objetivos deben circular a 1.5 metros del furgón del ZBV. Fuente: Manual técnico de equipo ZBV.

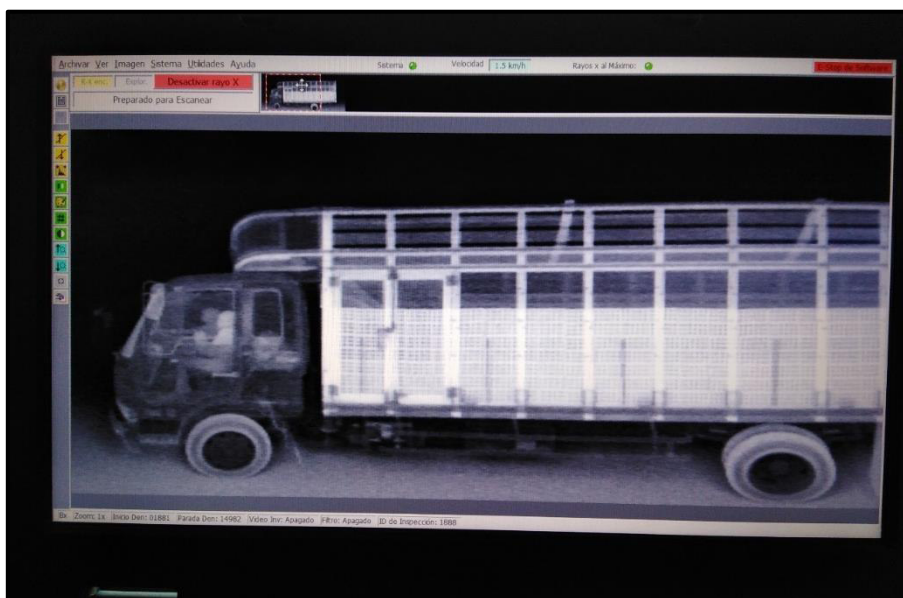


Figura 6. Primeros escaneos con el equipo de rayos X ZBV. Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.6. Verificación del funcionamiento

Luego de los primeros escaneos de vehículos, se procedió a revisar el correcto funcionamiento de los diferentes subsistemas del equipo de rayos X ZBV.

Se revisó el buen funcionamiento del generador eléctrico diésel o grupo electrógeno del equipo. Se verificó voltaje de baterías del generador y correcto funcionamiento del alternador, como se muestra en la Figura 7 y Figura 8. Asimismo, se verificó el voltaje de salida del generador, como se muestra en la Figura 9.



Figura 7. Generador eléctrico diésel o grupo electrógeno. Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Medida de voltaje de batería en carga. Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Medida de voltaje de salida y frecuencia de generador eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

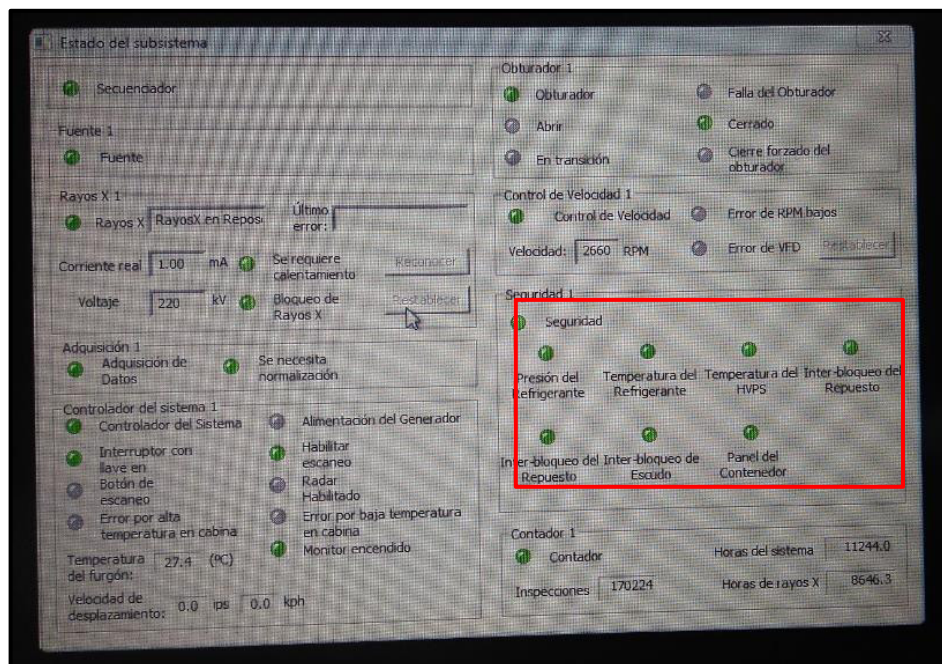


Figura 10. Pantalla de estado del sistema sin interbloques de seguridad activos. Fuente: Elaboración propia.

Se verificó la no presencia de interbloques de seguridad en la pantalla de estado del sistema a través de la consola del operador ubicada en la cabina del chofer, como se aprecia en la Figura 10.

Se verificó parámetros de funcionamiento del equipo como presión de refrigerante tubo de rayos X y frecuencia del variador de la rueda del subsistema tubo de rayos X. Asimismo, se comprobó que los leds de estado del generador de alto voltaje estén en verde; como se observa en la Figura 11 y Figura 12.



Figura 11. Presión de refrigerante del tubo de rayos X (50 PSI) y frecuencia de giro de la rueda del subsistema tubo e rayos X. Fuente: Elaboración propia.

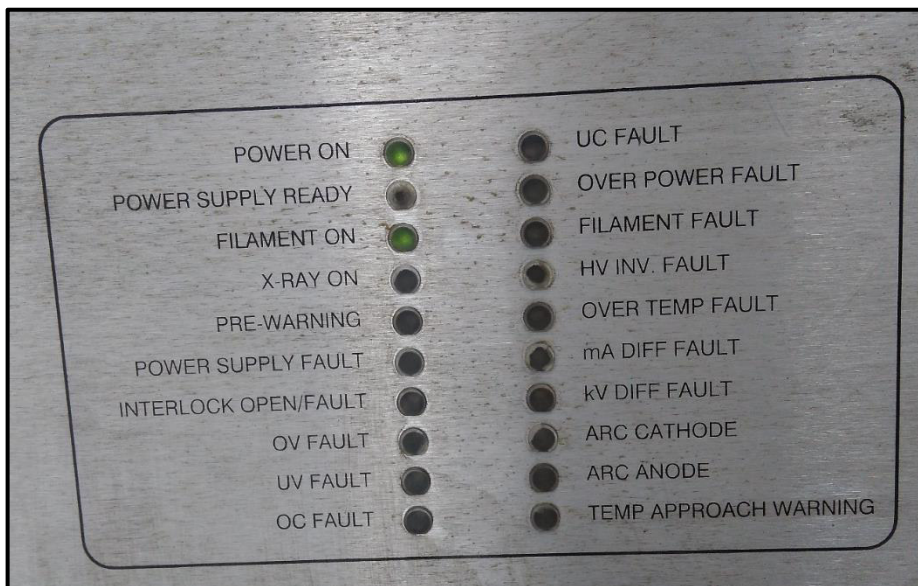


Figura 12. Leds de estado de generador de alto voltaje en verde. Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.7. Primera visita técnica

Después de 15 días de instalado el equipo de rayos X ZBV en el centro poblado de Machente (Ayacucho), se realizó la primera visita técnica al puesto de control para realizar las siguientes verificaciones:

- Buen funcionamiento de todos los subsistemas del equipo de rayos X: generador eléctrico diésel, tubo de rayos X, generador de alto voltaje, aire acondicionado, sistema de control electrónico y sistema de adquisición de datos, como se observa en la Figura 13.
- Buen funcionamiento de la camioneta sobre la que está acondicionado el equipo de rayos X. Se verificó que no hubiera errores en el tablero, si se requería el cambio de aceite del vehículo, buen estado de las llantas, correcta carga de las baterías, buen estado de los frenos, entre otras revisiones.

- Cumplimiento de las medidas recomendadas para la delimitación de la zona de exclusión.
- Verificación de la calidad de las imágenes adquiridas, como se aprecia en la Figura 14.
- Recomendaciones para la mejora del procedimiento.



Figura 13. Revisión de subsistemas del equipo de rayos X ZBV. Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Revisión de calidad de imágenes de rayos X. Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Recopilación y análisis de indicadores

La Dirección Antidrogas (Dirandro) de la Policía Nacional del Perú, más específicamente la División de Investigación y Control de Insumos Químicos (DIVICDIQ) son los usuarios de los equipos móviles de rayos X por retro dispersión Z Backscatter Van (ZBV), de tal manera que, para medir los resultados de la presente investigación, se accedió a las bases de datos que la institución posee y donde se registran las estadísticas e indicadores que se aplican para el tráfico ilícito de drogas en el Perú.

De esta manera, se encuentran publicadas en su página web las estadísticas hasta el año 2019 y se puede observar las proyecciones para los próximos años.

3.5.2.1. **Indicador de resultado específico**

a) Valor porcentual de las organizaciones criminales desmanteladas respecto de las reconocidas.

Este indicador representa, en valor porcentual, el número de organizaciones delictivas desmanteladas por la Dirección Antidrogas de la Policía Nacional del Perú-DIRANDRO PNP respecto del total de organizaciones reconocidas, como se aprecia en la Tabla 1 para el año 2018.

Tabla 1

Valor porcentual de las organizaciones criminales desmanteladas respecto de las reconocidas.

(*) Al 31 de julio del 2018

PERIODO	Histórico			Proyección		
	LB	2017	Avance 2018 (*)	2019	2020	2021
Número de organizaciones delictivas desmanteladas	70	118	33	74	76	78
Número de organizaciones delictivas reconocidas	80		80	80	80	80
Valor porcentual de organizaciones delictivas desmanteladas respecto de las reconocidas	93%	148%	41.25%	93%	95%	98%

En el gráfico de la Figura 15 se observa que, en el año 2018, desde enero hasta julio se desarticularon 33 organizaciones criminales, de las cuales 32 se relacionan con el tráfico ilícito de drogas y una con el tráfico de insumos químicos.

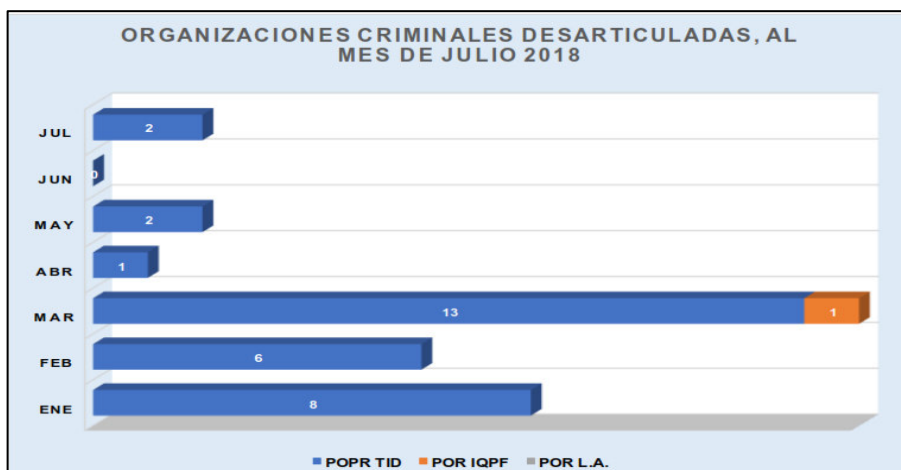


Figura 15. Gráfico de barras que expresa la cantidad de organizaciones delictivas desmanteladas en el año 2018 desde enero hasta julio.

Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

En el gráfico de la Figura 16 se observa que el valor del indicador de Resultado Específico alcanzó un pico importante durante el 2017, desarticulando 118 organizaciones criminales (147.5%) en relación a las identificadas. Esto concuerda con que, durante ese año, los 12 equipos de rayos X por retro dispersión se encontraban con contrato de mantenimiento activo, con lo cual se garantizaba su funcionamiento al cien por ciento, y no hubo lapsos de tiempo en los cuales los equipos estuvieron sin operar.



Figura 16. Gráfico de barras que expresa la cantidad de organizaciones delictivas desmanteladas desde el año 2012 - 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

En el gráfico de la Figura 17 se puede observar que en el año 2019 hubo una leve caída en el número de organizaciones criminales respecto a los dos años anteriores, lo cual, de manera coincidente, concuerda con que durante dicho año 2019, tres equipos de rayos X por retro dispersión culminaron su contrato de mantenimiento y, por lo tanto, la Policía Nacional del Perú dejó de operar con ellos los meses que duró la renovación de dicho contrato.

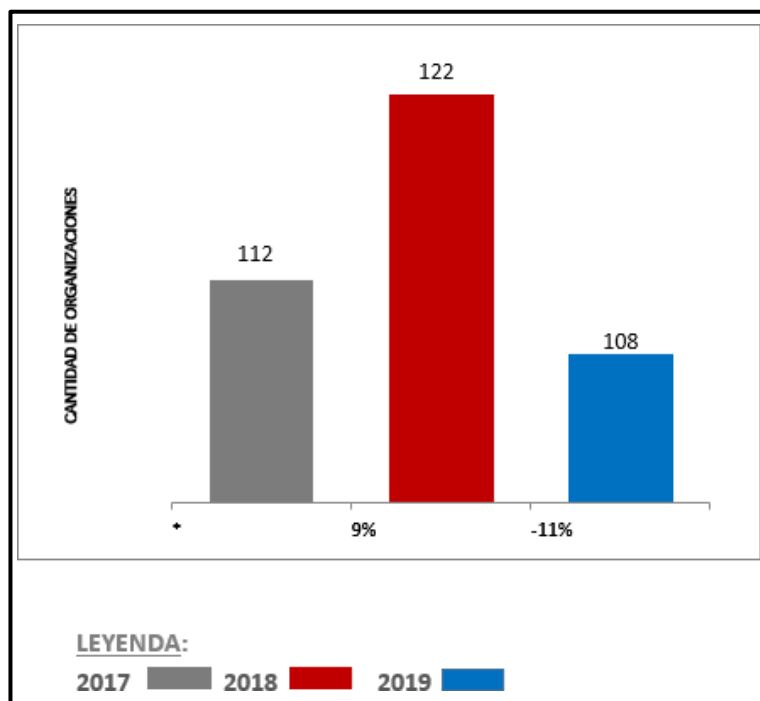


Figura 17. Cantidad de organizaciones delictivas relacionadas con el tráfico ilícito de drogas dismanteladas en el periodo 2017 a 2019.

Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

En el gráfico de la Figura 18 se observa que, durante el año 2019, el dismantelamiento de organizaciones criminales vinculadas al TID e insumos químicos han sido considerables, muy posiblemente debido, en primera instancia, con la detección de droga e insumos químicos en operativos en los puestos de control, lo cual, acompañado de un trabajo de inteligencia y seguimiento de la red criminal, rinde frutos para el logro de objetivos trazados por la institución policial.

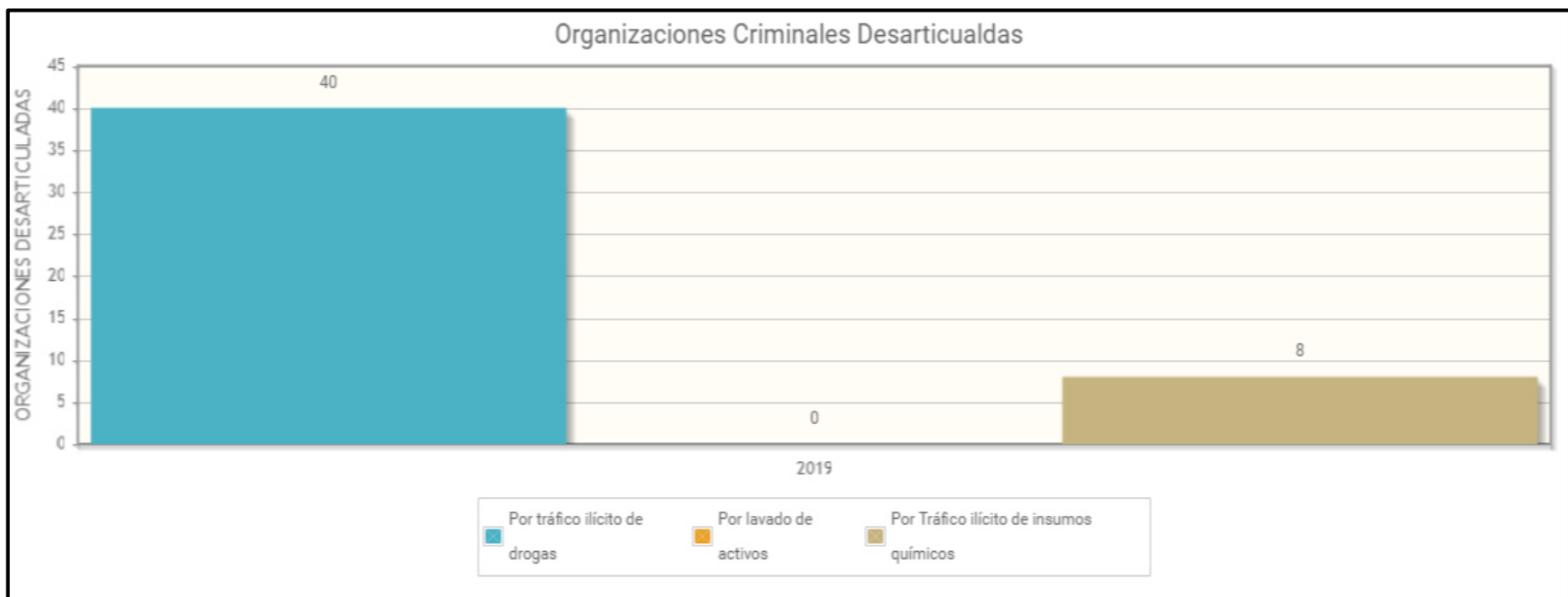


Figura 18. Número de organizaciones criminales desarticuladas vinculadas al TID durante el año 2019.

Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

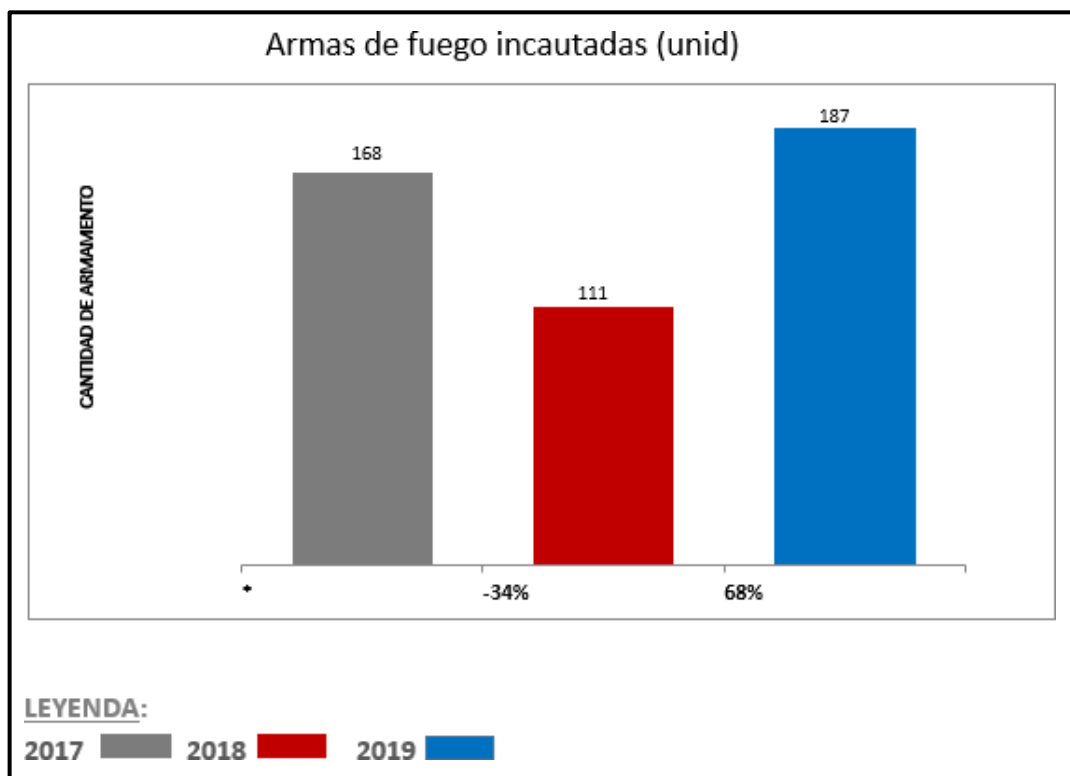


Figura 19. Cantidad de armamento incautado a personas vinculadas al TID. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

En el gráfico de la Figura 19 se puede notar que durante el año 2019 se tuvo una mayor cantidad de armas incautadas en los operativos policiales. Es importante mencionar que el equipo de rayos X por retro dispersión ZBV es de vital importancia para detectar droga e insumos químicos, pero también para la detección de armamento, el cual muchas veces viene escondido estratégicamente por los delincuentes en costales junto a los alimentos. La tecnología de rayos X puede detectarlos debido a que resalta en blanco el alimento, pero la porción donde está el arma, no es tan brillante debido a los materiales con los que está fabricado. Entonces, se dibuja la forma en la imagen de rayos X, y, por lo tanto, el operador puede reconocerla con relativa facilidad.

3.5.2.2. Indicadores de cobertura

a) Valor porcentual de drogas decomisadas respecto a las planeadas

Este indicador nos mide, en valor porcentual, la droga que es incautada por todas las unidades de la Policía Nacional del Perú, en función a los operativos realizados en el territorio peruano.

Tabla 2

Valor porcentual de droga decomisada respecto del total de droga programada.

(*) Al 31 de julio del 2018

PERIODO	Histórico			Proyección		
	LB	2017	Avance 2018 (*)	2019	2020	2021
Meta programada de drogas decomisadas	37,078		37,120	37,000	37,000	37,000
Meta alcanzada de drogas decomisadas		52,088	33,784.6			
Porcentaje de droga decomisada respecto a la programada		140.4%	91.01%	100%	100%	100%

La Dirección Antidrogas de la Policía Nacional del Perú programó el decomiso de 37,120kg de drogas, como muestra la Tabla 2, y mediante sus divisiones y unidades policiales a nivel nacional, realizan acciones de inteligencia y operaciones policiales de interdicción integrales y efectivas para reducir y neutralizar el tráfico ilícito de drogas. Estas acciones generaron la realización de 9,865 operativos policiales, en los cuales el uso de los equipos de rayos X por retro dispersión ZBV fue de vital importancia para la identificación y decomiso de amenazas como el clorhidrato de cocaína (44.9% del total decomisado, es decir, 15,156.6kg), marihuana (32.3% o 10,913kg), pasta básica de cocaína (22.8% o 7,713kg) y heroína (0.003% o 0.99kg), alcanzando al mes de julio del 2018 el 91.01% de avance en base a lo programado, como se observa en la Tabla 3 y en la Figura 20.

Tabla 3

Clase de droga decomisada de enero hasta julio del 2018.

DROGAS INCAUTADAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	TOTAL
Pasta básica de cocaína	1,359	738	1,393	547	789	1,149	1,740	7,713.9
Clorhidrato de cocaína	469	1,331	3,466	3,867	1,482	2,345	2,196	15,156.7
Marihuana	1,261	1,192	1,858	2,543	1,671	966	1,422	10,913.1
TOTAL DROGAS DECOMISADAS	3,089	3,262	6,717	6,958	3,942	4,459	5,358	33,784.6

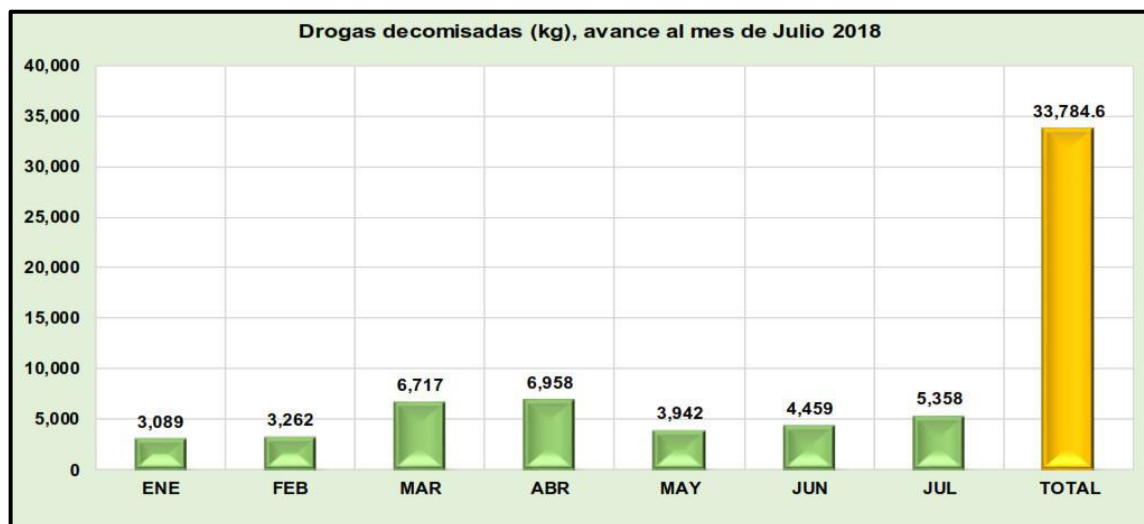


Figura 20. Avance de drogas decomisadas al mes de julio del 2018.

Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

En la Figura 21 se puede apreciar que los decomisos de drogas han sido variables, y que el avance en el año 2018 (hasta julio) representa el 64% comparado con el año 2017 y el 94% comparado con el 2016. Esto se debe a las estrategias y acciones de inteligencia, así como al uso de tecnología de vanguardia como los equipos de rayos X por retro dispersión ZBV, durante la gestión.

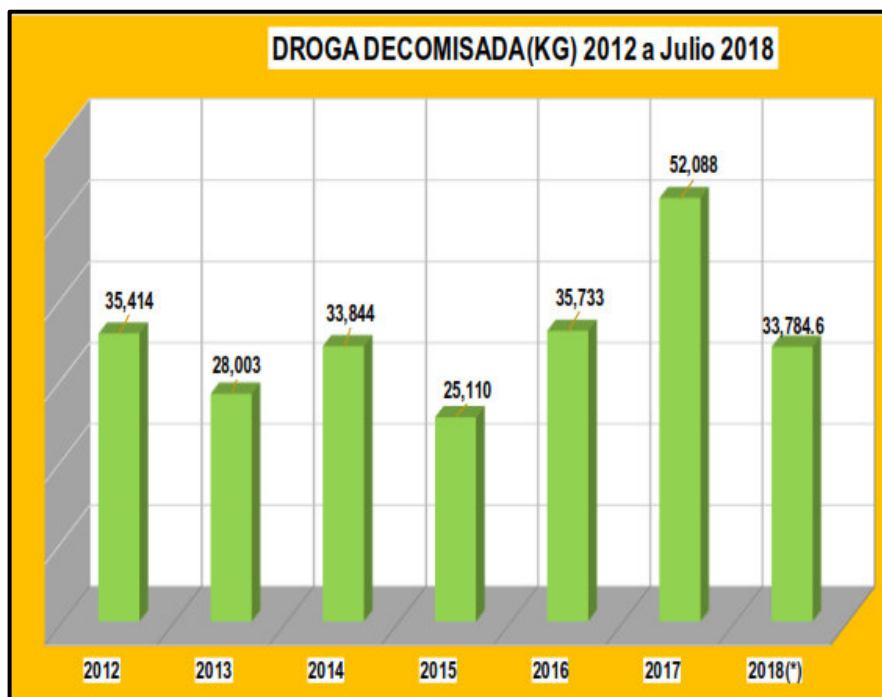


Figura 21. Cantidad de droga decomisada en el periodo 2012-2018.

Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

Durante el 2018, la mayor cantidad de droga decomisada fue en Lima, con 5,002.73kg y representando el 14.8% del total decomisado a nivel nacional, como se observa en la Figura 22. Esto coincide con que en Lima existe la mayor cantidad de equipos ZBV, puesto que hay uno operando en Ancón, uno en Corcona y otro en Cañete. En segundo lugar, se encuentra la provincia Constitucional del Callao con 4,822.76kg y representando el 14.3% del total decomisado a nivel nacional. Precisamente, en el Callao, durante la primera mitad del año 2018, operaron dos equipos de rayos X por retro dispersión ZBV, lo cual, con total seguridad, es un factor preponderante para el número de incautaciones realizadas. A continuación, se encuentran Huánuco, con

un equipo ZBV en operaciones, Ayacucho, con tres equipos ZBV trabajando y Junín, con un equipo ZBV en funcionamiento.

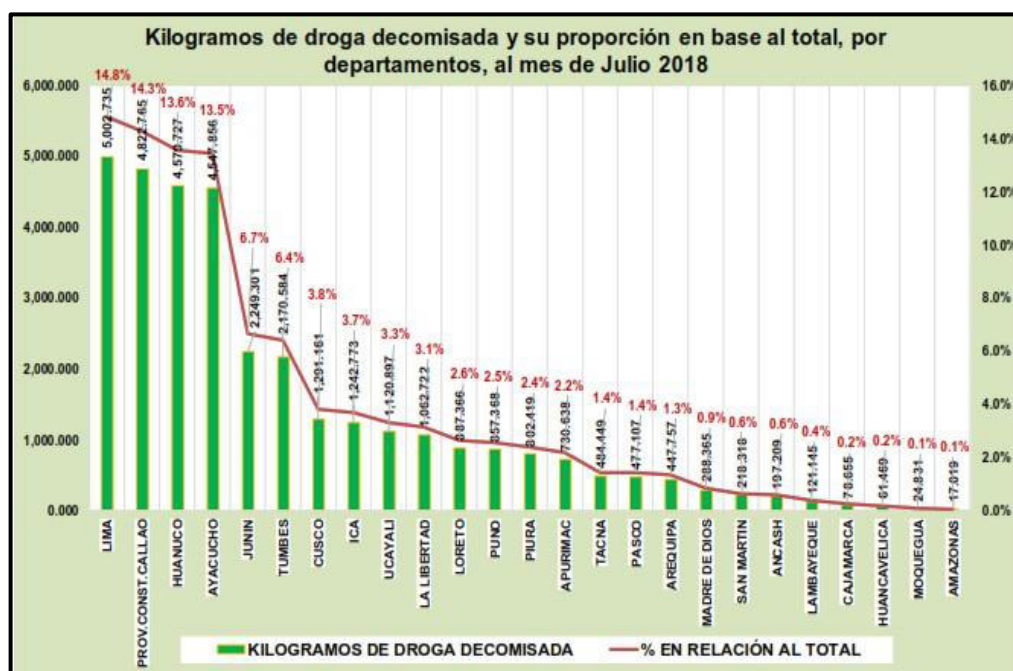


Figura 22. Kilogramos de droga incautada según ciudad al mes de julio del 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

En el gráfico de la Figura 23 se aprecia que la cantidad de droga incautada y decomisada durante el año 2019 asciende a aproximadamente 44,000kg, lo cual representa un importante avance respecto de los años anteriores. Nuevamente los operativos policiales en los cuales los equipos de rayos X por retro dispersión fueron utilizados cobran importancia vital para la identificación de estas

amenazas. Las drogas que son incautadas contienen en su composición química elementos de bajo número atómico, siendo de esta manera, fácilmente reconocibles mediante la tecnología de rayos X por retro dispersión.

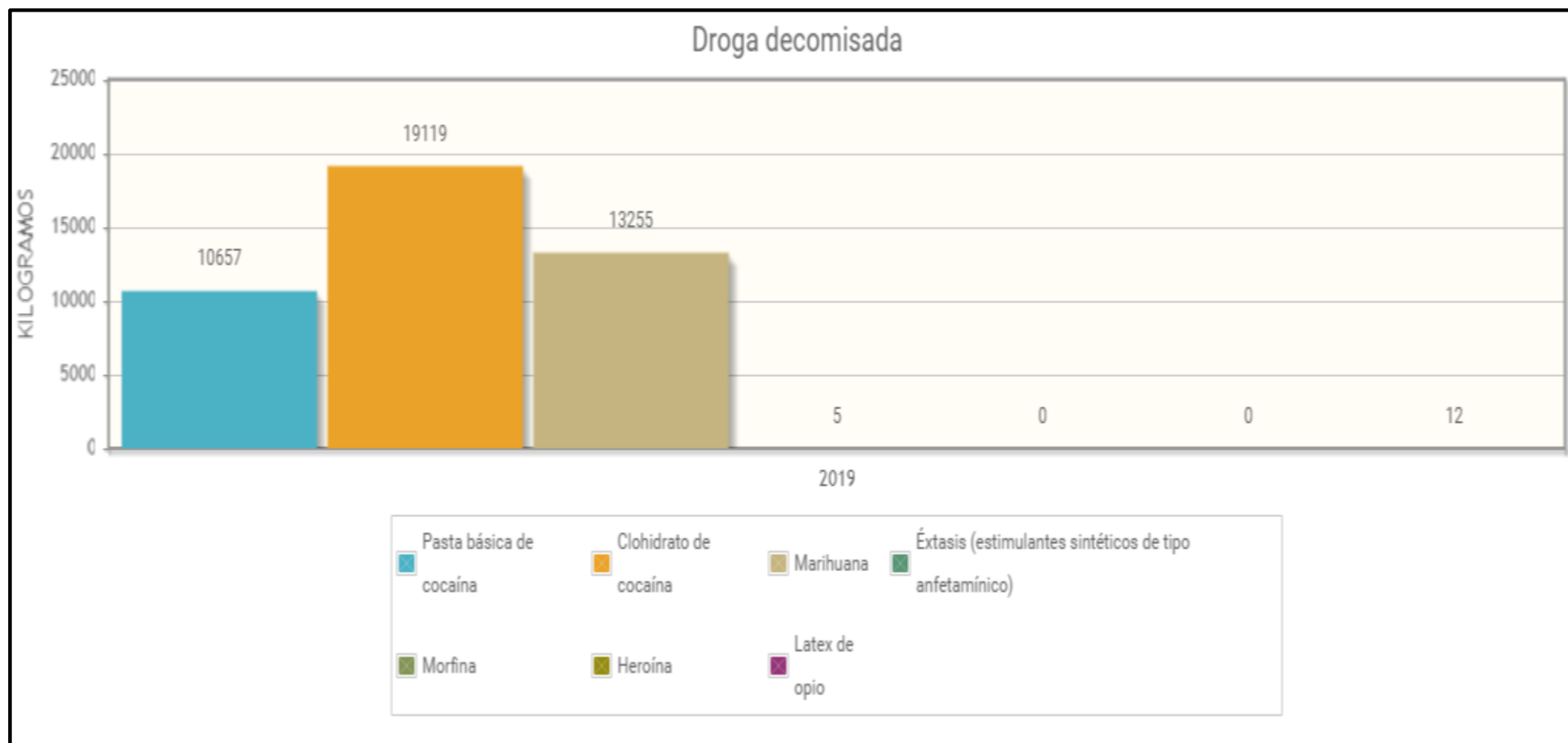


Figura 23. Cantidad de droga decomisada por tipo durante el año 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

b) Valor porcentual de personas capturadas relacionadas con el tráfico ilícito de drogas, respecto a los operativos policiales realizados

Este indicador presenta el resultado de los operativos policiales mediante la eficiencia del mismo, plasmado en la identificación de los presuntos responsables del ilícito penal. En la Tabla 4 se representa este indicador para el año 2018.

Tabla 4

Valor porcentual de personas detenidas vinculadas al TID.

(*) Al 31 de julio del 2018

PERIODO	Histórico			Proyección		
	LB	2017	Avance 2018 (*)	2019	2020	2021
Número de personas detenidas vinculadas al TID	19,937	18,214	9,908	21,980	22,240	23,352
Número de operaciones policiales realizadas a nivel nacional		17,566	9,865			
Porcentaje de personas detenidas vinculadas al TID, respecto de las operaciones policiales realizadas		104%	100.4%	100%	100%	100%

En la Figura 24 se puede apreciar que la cantidad de personas capturadas relacionadas con el tráfico ilícito de drogas no presenta una

variación considerable en el tiempo, pero las proyecciones para los años siguientes van marcando diferencia respecto a años anteriores debido al uso de mayor cantidad de recursos tecnológicos, dentro de los cuales destaca el equipo de rayos X por retro dispersión ZBV. Asimismo, la cantidad de operaciones policiales en los cuales se emplea el equipo ZBV, influye de manera positiva en la cantidad de personas detenidas, tal como se observa en la Figura 25, Figura 26 y Figura 27.

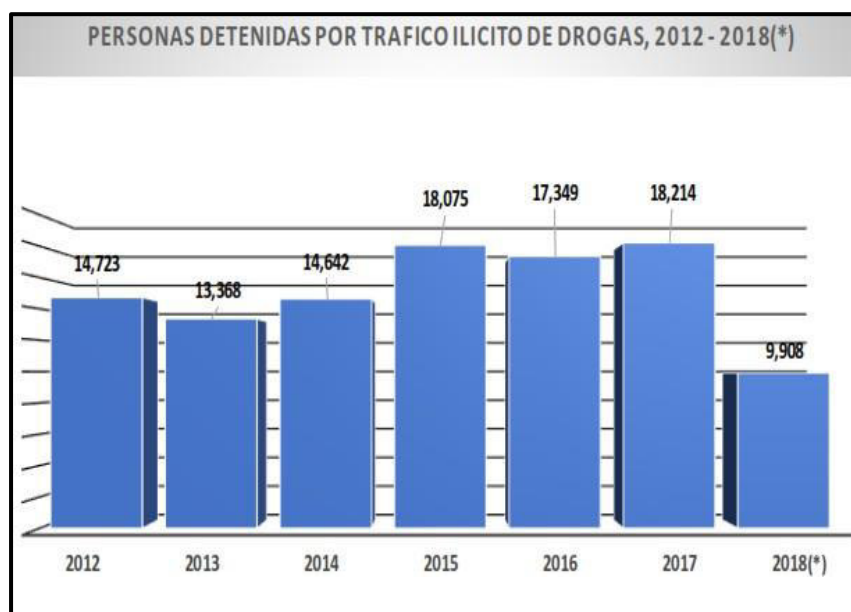


Figura 24. Personas detenidas por TID en el periodo 2012-2018(*).

Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

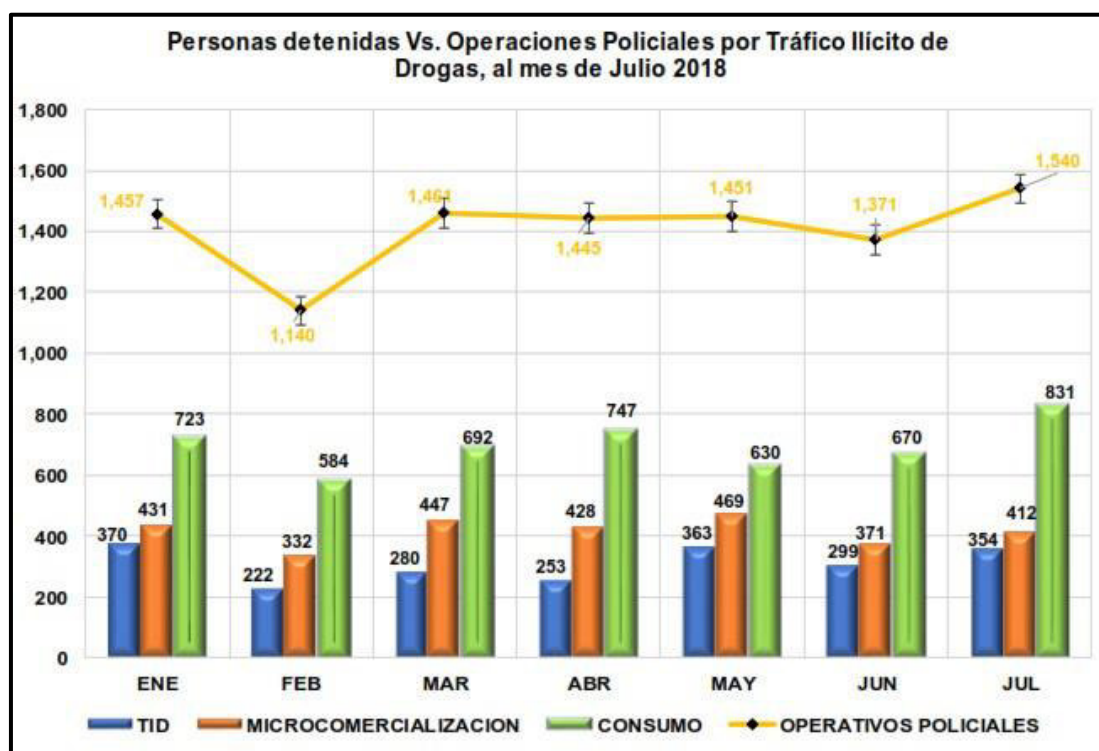


Figura 25. Personas detenidas versus operaciones policiales por TID.

Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

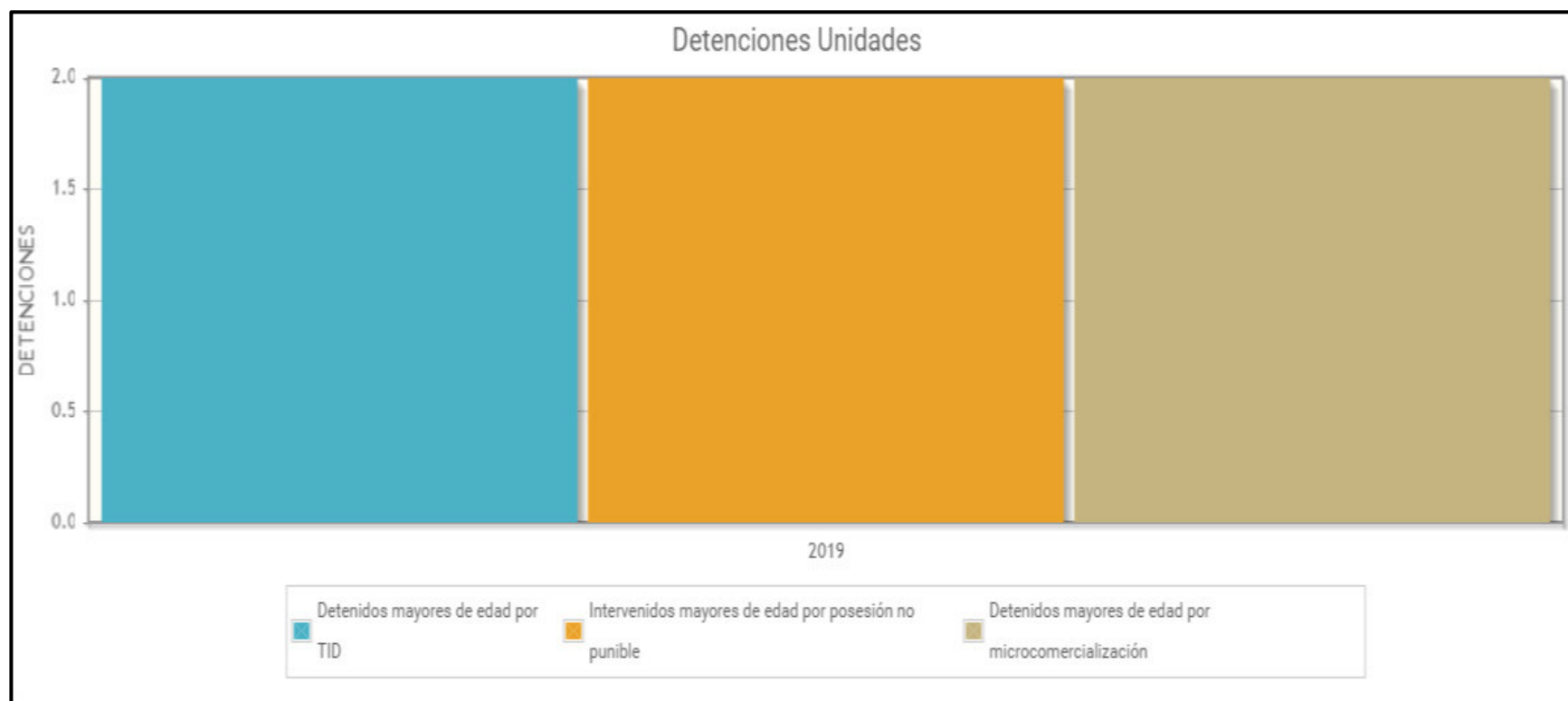


Figura 26. Personas capturadas relacionadas con el TID versus operativos policiales según departamentos. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

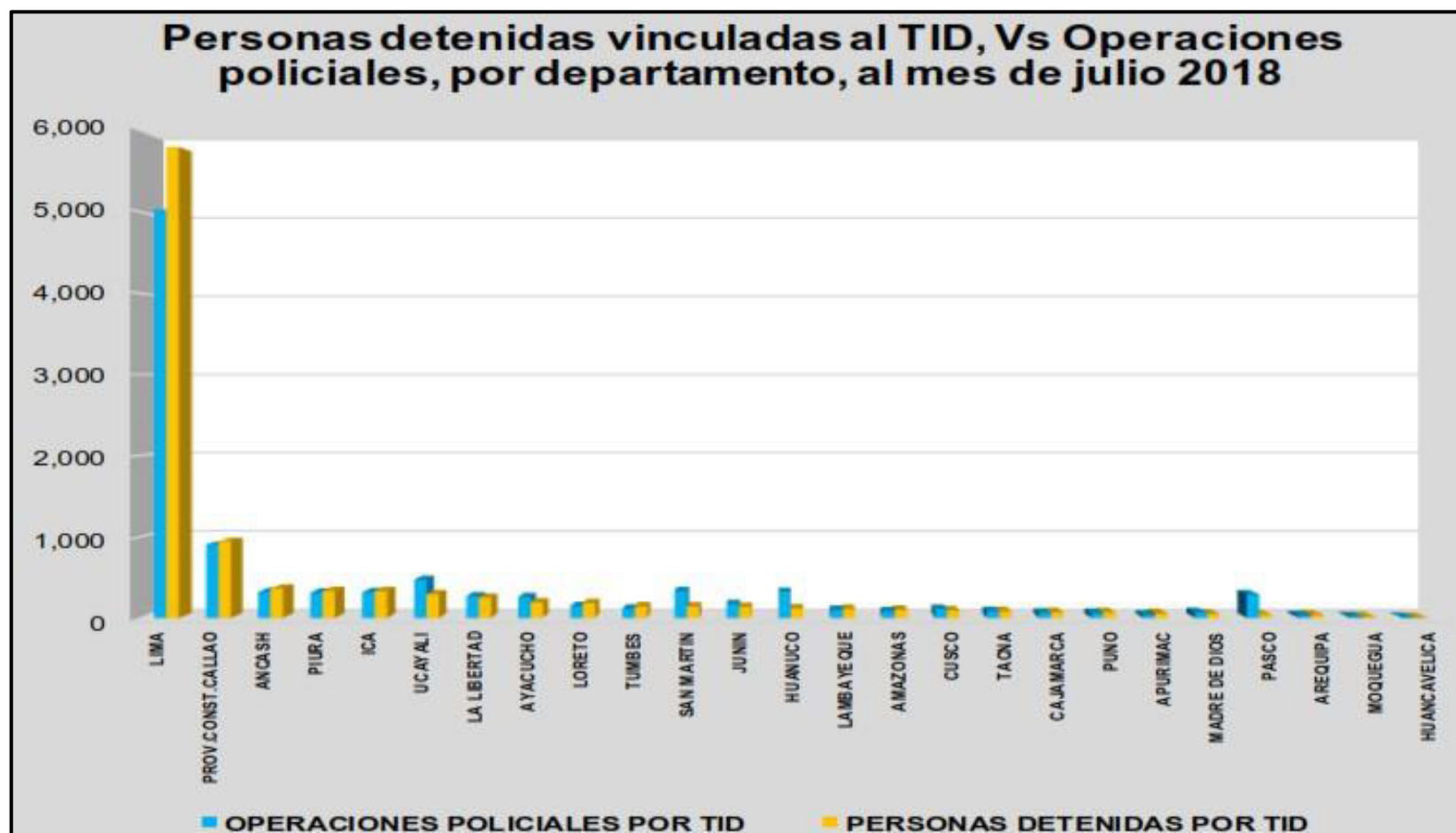


Figura 27. Cantidad de personas detenidas vinculadas al TID durante el 2019. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

c) Cantidad de insumos químicos estratégicos incautados

Este indicador nos permite cuantificar, en kilogramos, la magnitud de insumos químicos estratégicos confiscados en territorio peruano, los cuales son destinados para la elaboración ilícita de drogas cocaínicas. En la Tabla 5 se aprecia este indicador para el periodo 2017-2018.

Tabla 5

Cantidad de insumos químicos confiscados.

(*) Periodo de medición Julio 2017 – junio 2018

PERIODO	Histórico			Proyección		
	LB	2017	Avance 2018 (*)	2019	2020	2021
Cantidad de insumos químicos estratégicos programados	267,555		277,554.7			
Cantidad de insumos químicos estratégicos incautados		269,638	233,560.4			
Porcentaje alcanzado		100.78%	84.15%			

Como se aprecia en la Figura 28 y Figura 29, la incautación de los insumos químicos está en función a los denominados estratégicos (acetona, ácido clorhídrico/muriático, ácido sulfúrico y permanganato de potasio), los cuales intervienen directamente en menores proporciones, esto es, se privilegia la calidad sobre la cantidad y están orientados al tráfico ilícito de cocaína en producción inicial e intermedia (pasta básica lavada) y final como clorhidrato de cocaína.

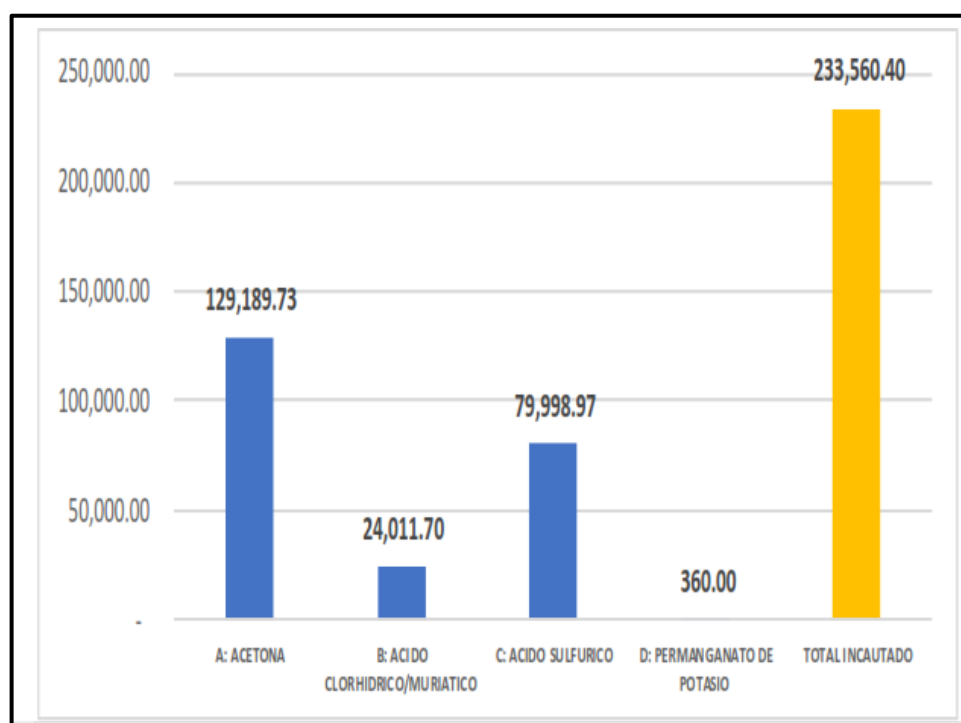


Figura 28. Insumos químicos estratégicos incautados. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

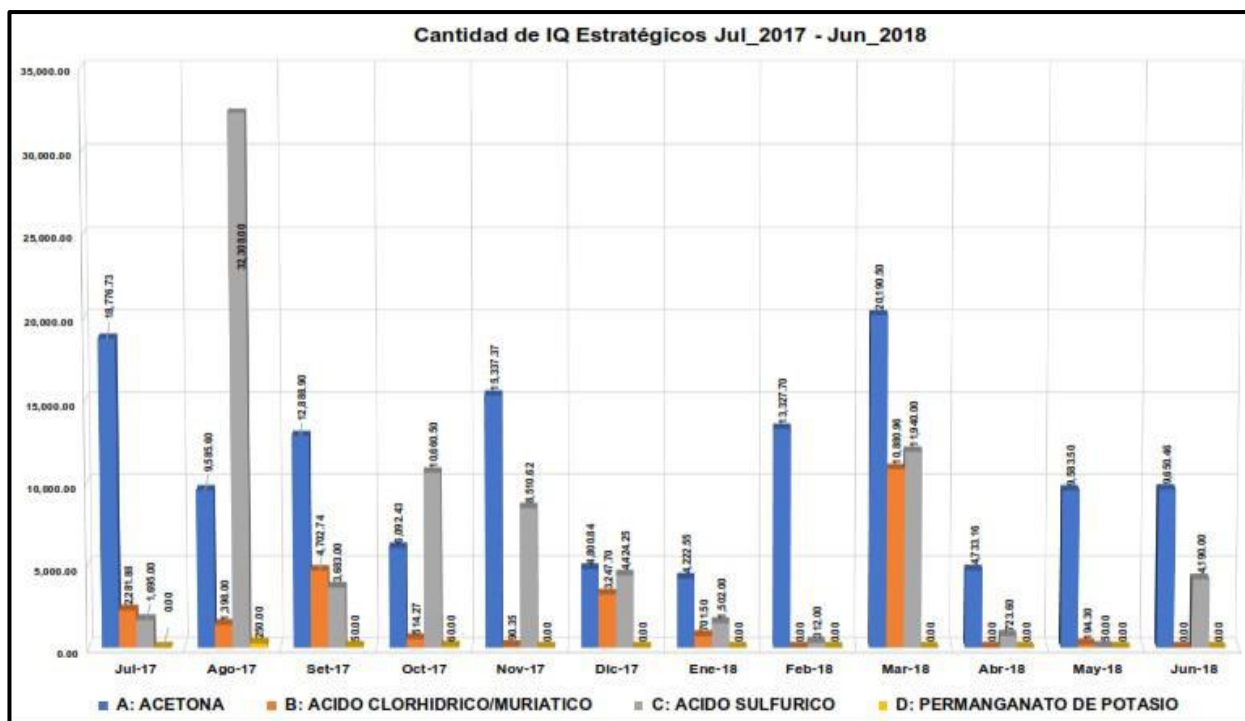


Figura 29. Cantidad de insumos químicos estratégicos incautados en el periodo Julio 2017 – junio 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

Los insumos químicos estratégicos están elaborados con elementos de bajo número atómico como el hidrógeno y el nitrógeno; es así que la tecnología de rayos X por retro dispersión es de vital importancia para su identificación en los diversos puestos de control de nuestro territorio.

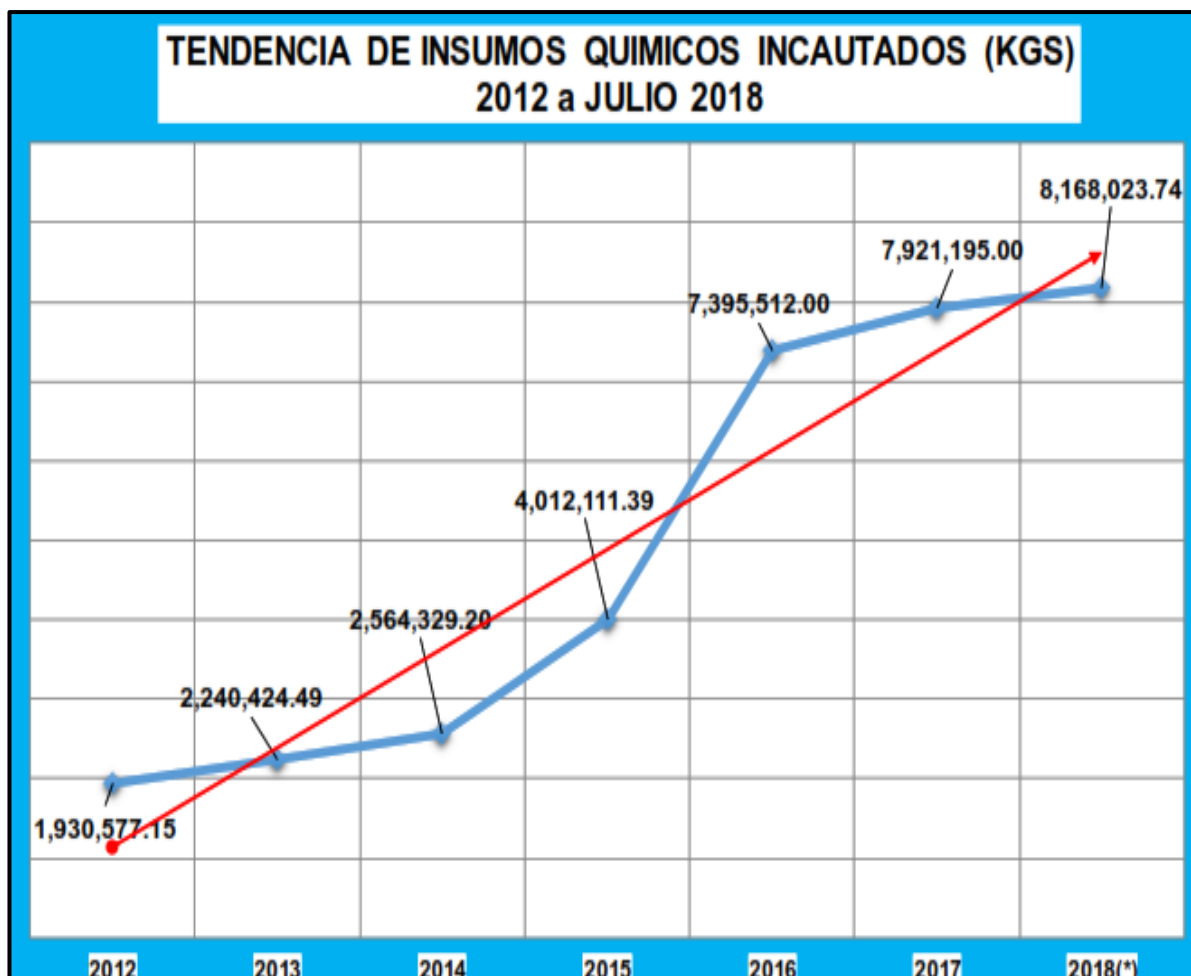


Figura 30. Tendencia en el número de insumos químicos confiscados hasta el mes de julio del 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

Tal como se muestra en la Figura 31, en los últimos años se ha logrado importantes resultados en la fiscalización de los insumos químicos, que, al mes de julio del 2018, superaron a lo incautado en el año 2017, logrando evitar mayores producciones de drogas cocaínicas.



Figura 31. Tendencia de insumos químicos confiscados desde el año 2012 al 2018. Fuente: Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas. DIRANDRO PNP (2018).

En el gráfico de la Figura 32 se verifica que, durante el año 2019, la mayor parte de lo que se incautó en los operativos policiales son insumos químicos para la fabricación de droga, tales como acetona, ácido sulfúrico, ácido muriático, entre otros. Todos estos componentes presentan en su fórmula química los elementos oxígeno e hidrógeno, los cuales son orgánicos (de número atómico Z bajo), por lo cual son detectables mediante la tecnología de rayos X por retro dispersión.



Figura 32. Insumos químicos interdictados, incautados y destruidos. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

En la Figura 33 y Figura 34 se visualizan algunas metas cumplidas, a manera de resumen, logradas por la Policía Nacional del Perú, en el ámbito de la lucha contra las drogas; y para el cual fue de vital importancia el uso de los equipos de rayos X por retro dispersión.

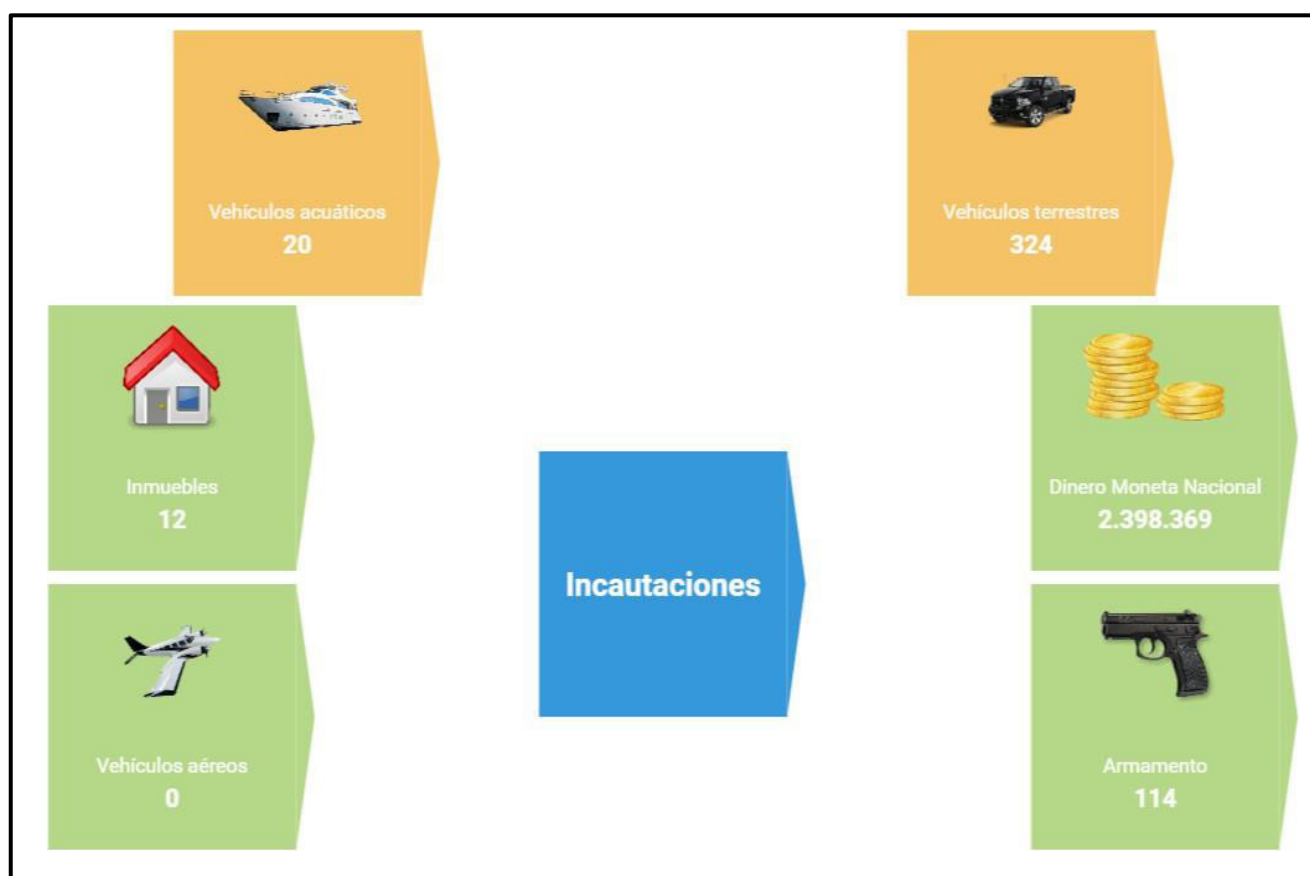


Figura 33. Resumen de incautaciones durante el 2019. Fuente:

Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.



Figura 34. Números relacionados al TID obtenidos por la PNP en el año 2019. Fuente: Recuperado de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1. Justificación

En el presente trabajo se ha estudiado la tecnología de rayos X por retro dispersión aplicada en inspección no intrusiva de carga y vehículos a través de equipos móviles de rayos X denominados Z Backscatter Van o ZBV y la implementación de un puesto de control en el centro poblado de Machente, ubicado en la ciudad de Ayacucho.

La experiencia obtenida a lo largo del tiempo por el autor está sustentada con horas de trabajo en campo, capacitación en fábrica AS&E y documentos oficiales de fábrica y de la Policía Nacional del Perú.

Es así que el presente reporte se justifica debido a la necesidad que se tiene de continuar en la lucha contra las drogas en el Perú, utilizando los medios tecnológicos necesarios para hacerlo de una forma más eficiente.

Por lo tanto, del presente trabajo se puede concluir que:

- Se requiere monitoreo continuo de los indicadores de la Policía Nacional del Perú a fin de tener presente el estado actual de la lucha contra las drogas en el Perú.

- Se requiere la implementación de más puestos de control con la utilización de los equipos de rayos X ZBV de AS&E, para la lucha contra las drogas en el Perú.
- Los equipos móviles de rayos X ZBV ayudan e impactan positivamente en la lucha contra las drogas en las zonas más críticas, como el centro poblado de Machente.
- Es importante hacer seguimiento a las nuevas tecnologías aplicadas a la inspección no intrusiva de carga y vehículos para luchar contra el tráfico ilícito de droga de manera mucho más eficiente.

4.2. Metodología aplicada

4.2.1. *Diseño de la investigación*

4.2.1.1. *Tipo de investigación*

Según el objetivo, la investigación denominada “IMPLEMENTACIÓN DE PUESTO DE CONTROL PARA INSPECCIÓN NO INTRUSIVA DE CARGA Y VEHÍCULO MEDIANTE EQUIPOS DE RAYOS X POR RETRODISPESIÓN EN CENTRO POBLADO MACHENTE – AYACUCHO” en el Perú” es del tipo aplicada ya que se trata de encontrar una estrategia, que en este caso es la tecnología de rayos X; para lograr un objetivo concreto, el cual es implementar exitosamente un puesto de control en el centro poblado de Machente y mejorar las herramientas de las autoridades en la lucha contra las drogas en el Perú.

Asimismo, basándonos en el nivel de profundización de nuestro objeto de estudio, la presente investigación es de tipo descriptiva, pues se trata de realizar una descripción lo más completa posible del proceso de implementación de un puesto de control para inspección no intrusiva de carga y vehículos a través de la tecnología de rayos X por retro dispersión y su papel fundamental en la lucha contra las drogas en el Perú.

Por otro lado, esta investigación es del tipo cuantitativa; porque el estudio y análisis de la influencia de la tecnología de rayos X por retro dispersión en la lucha contra las drogas en el Perú se realiza a través de diferentes procesos de medición, los cuales arrojan datos numéricos. Es decir, se establecerá que la influencia de la tecnología de rayos X por retro dispersión es positiva o negativa según datos estadísticos numéricos recopiladas en los puestos de control de la Policía Nacional del Perú.

Finalmente, de acuerdo al tipo de inferencia, esta investigación es de tipo hipotético-deductivo, pues se generan hipótesis a partir de hechos observados, las cuales son validadas en la realidad.

4.2.1.2. *Diseño de la investigación*

Para llevar a cabo la investigación denominada “IMPLEMENTACIÓN DE PUESTO DE CONTROL PARA INSPECCIÓN NO INTRUSIVA DE CARGA Y VEHÍCULO MEDIANTE EQUIPOS DE RAYOS X POR RETRODISPESIÓN EN CENTRO POBLADO MACHENTE – AYACUCHO” se utilizó el diseño de investigación cuantitativa debido a que se basa en la recolección y análisis de datos estadísticos numéricos recogidos de la realidad, los cuales nos serán útiles para la validación de las hipótesis.

4.2.1.3. Población y muestra

La investigación denominada “IMPLEMENTACIÓN DE PUESTO DE CONTROL PARA INSPECCIÓN NO INTRUSIVA DE CARGA Y VEHÍCULO MEDIANTE EQUIPOS DE RAYOS X POR RETRODISPESIÓN EN CENTRO POBLADO MACHENTE – AYACUCHO” fue llevada a cabo tomando como muestra el puesto de control para inspección no intrusiva de carga y vehículos implementado en el centro poblado de Machente, el cual está dentro de la población puestos de control de la Policía Nacional del Perú.

4.2.1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo a través de la observación de documentos oficiales de la Policía Nacional del Perú en cuanto al número de incautaciones, cantidad de organizaciones desarticuladas, entre otros indicadores; haciendo uso de la tecnología de rayos X por retro dispersión.

4.2.1.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se hizo uso de tablas, listas y gráficos estadísticos.

4.3. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, las principales conclusiones son:

- El uso de la tecnología de rayos X por retro dispersión en el puesto de control implementado en el centro poblado de Machente (Ayacucho), ha traído consigo muchos beneficios económicos, por la cantidad de dinero ilegal incautado en forma de drogas e insumos químicos así como bienes derivados; sociales, puesto que el aumento de herramientas tecnológicas permite una mayor detección de amenazas cuyos distribuidores y usuarios finales son los jóvenes de nuestro país y del mundo; políticos, ya que la lucha contra las drogas es una de las principales políticas de estado que debe ser abarcada a totalidad por cada gobernante de nuestro país; entre otros.
- La tecnología de rayos X por retro dispersión es una de las más eficientes cuando de detectar drogas e insumos químicos para la droga se trata, debido a su capacidad de resaltar en sus imágenes aquellos elementos de bajo número atómico, precisamente de los cuales las drogas e insumos están hechos.
- Los equipos móviles de rayos X por retro dispersión no representa una amenaza radiológica para los operadores, ingenieros y personas que viven cerca a los puestos de control, debido a que sus dosis de radiación son muy bajas, incluso mucho menores que los mínimos establecidos en los estándares internacionales.
- La capacidad de tener equipos de rayos X por retro dispersión móviles son una gran ventaja debido a que pueden ser desplegados a diversas ciudades estratégicamente identificadas del país sin necesidad de instalación ni puesta a punto.

- Los equipos de rayos X por retro dispersión ZBV requieren de un contrato de mantenimiento para su operación al cien por ciento. Es decir, se notó que durante los años en los cuales hubo lapsos de tiempo con equipos de rayos X ZBV no tenían contratos activos y, por lo tanto, la Policía Nacional del Perú no los usaban por precaución; los indicadores disminuyeron su valor en comparación a los años en los cuales todos ellos estaban cubiertos en cuanto al mantenimiento.
- El equipo móvil de rayos X por retro dispersión ZBV es una herramienta tecnológica, dentro de un conjunto de herramientas con que cuenta la Policía Nacional del Perú. En ese sentido, su uso no excluye la intervención e inspección manual, ya que las imágenes resaltan elementos orgánicos, pero no solo se fabrica droga o insumos químicos ilícitos con componentes orgánicos. Es por eso que la inspección manual sigue siendo importante en el proceso de intervención en los operativos.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

- Permanecer pendientes de las nuevas tecnologías en cuanto a inspección de carga y vehículos ya que las organizaciones criminales vinculadas al TID siempre están en búsqueda de maneras cómo evitar la detección de sus mercancías ilegales. De esta manera se permitirá estar un paso adelantado para poder formular proyectos y presentarlos a la institución policial.
- Es importante respaldar el funcionamiento de los equipos de rayos X por retro dispersión ZBV con contratos de mantenimiento a todo costo. Esto con el fin de garantizar su operatividad al cien por ciento y evitar tener lapsos de tiempo sin operar pues representan una posible disminución en las incautaciones de drogas e insumos químicos, como se ha visto en los resultados mostrados.
- Continuar con la implementación de más puestos de control en diferentes partes del Perú, debido a que aún quedan muchas zonas donde el tráfico ilícito de drogas sigue imperando, trayendo consigo pérdidas económicas, pérdidas sociales y daño a la salud de los ciudadanos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

American Science and Engineering AS&E (2015). Equipos de rayos X por retrodispersión para inspección no intrusiva de carga y vehículos Z Backscatter Van ZBV. Manual técnico.

Azorín, C. (2009). *Simulación de la interacción de fotones en la materia usando el método Monte Carlo*. Tesis de doctorado. Instituto Politécnico Nacional de México.

Barrantes, K. & Avalos, Y. & Morales, S. (2016). *Uso de equipos no intrusivos como herramienta para facilitar el comercio: beneficios e implicaciones de su implementación para las aduanas de Costa Rica*. Seminario de Graduación para licenciatura. Universidad de Costa Rica.

Brenner, D. J. (2011). *Are X-ray backscatter scanners safe for airport passenger screening?* National Library of Medicine, 6-10. Recuperado el 15 de abril del 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21436091/>

Callerame, J. (2006). *X-ray backscatter imaging: photography through barriers*. International Centre for Diffraction Data, 13-20. Recuperado el 10 de marzo del 2020 de <https://www.cambridge.org/core/journals/powder->

[diffraction/article/xray-backscatter-imaging-photography-through-barriers/33155BF6CFCB6680D566009482961765](https://doi.org/10.1002/xrs.2514)

Dávila, J. (2019). *Aplicación de inspección no intrusiva en el régimen de exportación definitiva para el control aduanero en el puerto del Callao*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal.

Dirandro PNP. (2020). Recuperado el 18 de mayo del 2020 de <https://dirandro.policia.gob.pe/>.

Dirandro PNP (2018). *Informe de subsanación de compromisos de gestión de la Primera Adenda al Convenio de Apoyo Presupuestal al PP0031 – Reducción del Tráfico Ilícito de Drogas*. Recuperado el 18 de mayo del 2020 de <https://dirandro.policia.gob.pe/>

Glover, J. L. & Hudson, L. T. (2013). *A method for organic/inorganic differentiation using an x-ray forward/backscatter personnel scanner*. X-Ray Spectrometry, 531-536. Recuperado el 10 de marzo del 2020 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/xrs.2514>

Gonzales, A. (1995). *Aplicación de los rayos X en la industria como prueba no destructiva*. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Nuevo León.

IDL Reporteros (2014). *Antes mochileros, hoy transportistas*. Artículo periodístico *Los Clanes de la Cocaína – Cuarta entrega*. Recuperado el 10 de marzo del 2020 de <https://www.idl-reporteros.pe/antes-mochileros-hoy-transportistas/>.

Inostroza, A. (2008). *La ingeniería electrónica en los equipos de rayos X hospitalarios*. Informe de licenciatura. Universidad Ricardo Palma.

López, H. (2008). *Las ondas de radiación electromagnética. Extraordinaria fuerza invisible*. Revista de la Universidad Nacional del Milagro, 26-29.

Naji, A. T. & Jaafar, M. S. & Al-Ani S. K. J. (2017). *Effect of Backscatter Radiation on X-Ray Image Contrast*. Applied Physics Research, 105-

114. Recuperado el 4 de marzo del 2020 de <http://dx.doi.org/10.5539/apr.v9n1p105>

Núñez del Prado, A. (1999). *El narcotráfico en el Perú: Estrategias conjuntas de la Fuerzas Armadas y la Policía Nacional para su erradicación*. Boletín de información, 79-85. Recuperado el 10 de agosto del 2020 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4626338>

Peralta, G. (2014). *Tráfico ilícito de drogas en el Perú*. Revista de Investigación Jurídica de Estudiantes, 79-90. Recuperado el 12 de febrero del 2020 de <http://revistas.upagu.edu.pe/index.php/NU/article/view/209>

Pure, J. C. (2018). *Proceso de mejora de control no intrusivo de carga de exportación en Sunat-Aduanas, Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en el año 2018*. Trabajo de suficiencia profesional de licenciatura. Universidad San Ignacio de Loyola.

Quevedo, J. P. (2018). *Control aduanero en la lucha contra el tráfico ilícito de drogas realizado en la jurisdicción de la Intendencia de Aduana Marítima del Callao en el periodo 2013-2017*. Tesis de maestría. Universidad César Vallejo.

Rojas, K. (2009). *Radiación electromagnética*. Monografía para Título de especialización. Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga.

Ruda, J. J. & Novak, F. (2009). *El tráfico ilícito de drogas: Una aproximación internacional*. En El mapa del narcotráfico en el Perú, 13-42. Recuperado el 12 de febrero del 2020 de http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/39934/1_aproximacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schauer, D. A. (2011). *Are X-ray backscatter scanners safe for airport passenger screening?* Radiological Society of North America, 12-16. Recuperado el 19 de abril del 2020 de <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.11102376>

Ulloa, L. (1995). *Roentgen y el descubrimiento de los rayos X*. Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, 150-152.