

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE INDICADORES
OPERACIONALES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL
SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA EN LA MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL DE TACNA”**

PARA OPTAR:

**TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA
AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Ing. CLAUDIA MILAGROS CRUZ RAMOS

TACNA – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE INDICADORES
OPERACIONALES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL
SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA EN LA MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 05 de mayo de 2026; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE	:	Dr. NORIBAL JORGE ZEGARRA ALVARADO
SECRETARIO	:	Dr. ALEXANDER NICOLÁS VILCANQUI ALARCÓN
VOCAL	:	Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS
ASESOR	:	Mtro. RICARDO WILLIAM NAVARRO AYALA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Claudia Milagros Cruz Ramos, egresada, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 40600499, así como Mtro. Ricardo William Navarro Ayala con DNI 07160720; declaramos en calidad de autora y asesor que:

1. Somos los autores de la *tesis* titulado: *Propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la Gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna*, la cual presentamos para optar el *Título de Segunda Especialidad de Ingeniería Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 05 de mayo de 2026

Claudia Milagros Cruz Ramos
DNI: 40600499

Ricardo William Navarro Ayala
DNI:07160720

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia para poder cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A mi hijo Fabrizio García, razón de mi esfuerzo y mi mayor inspiración, por ser mi motivación diaria para seguir adelante.

Claudia Milagros Cruz Ramos

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Privada de Tacna por permitirme desarrollar mis estudios de Segunda Especialidad y fortalecer mi formación profesional.

A mi asesor de tesis, por su orientación, paciencia y valiosas sugerencias que contribuyeron significativamente al desarrollo de esta investigación.

A los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Tacna, por su colaboración y disponibilidad para brindar la información necesaria del servicio de Limpieza Pública.

Y, finalmente, a mi familia, por su amor, comprensión y por acompañarme en cada paso de este camino académico.

Claudia Milagros Cruz Ramos

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación e importancia	4
1.3.1. Justificación social	4
1.3.2. Justificación ambiental	4
1.3.3. Justificación económica	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específicas	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7

2.1.2. Antecedentes nacionales	8
2.1.3. Antecedentes locales	10
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Administración del servicio de limpieza publica.....	12
2.2.2. El servicio de limpieza pública en el contexto municipal	16
2.2.3. Indicadores de gestión y evaluación operativa.....	21
2.2.4. Diagnóstico del servicio de limpieza pública	23
2.2.5. Propuesta de indicadores operacionales en gestión de limpieza pública	25
2.2.6. Validación de la propuesta a través de expertos	27
2.3. Definición de términos.....	28
2.3.1. Gestión de residuos sólidos	28
2.3.2. Indicadores operacionales	28
2.3.3. Recolección de residuos	28
2.3.4. Frecuencia de recolección	28
2.3.5. Cobertura del servicio	28
2.3.6. Percepción ciudadana.....	29
2.3.7. Participación ciudadana	29
2.3.8. Satisfacción ciudadana	29
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Diseño de la investigación.....	30
3.2. Acciones y actividades.....	32
3.3. Materiales y/o instrumentos	37
3.4. Población y/o muestra.....	37
3.4.1. Población	37
3.4.2. Muestra	38
3.5. Operaciones de variables.....	38
3.6. Operaciones de variables.....	40
3.6.1. Evaluación de los indicadores operacionales.....	40

3.6.2. Propuesta de mejora.....	44
3.6.3. Validación de instrumentos	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	46
4.1. Diagnóstico del estado actual del servicio de limpieza pública.....	46
4.1.1. Cobertura poblacional del servicio de limpieza pública	46
4.1.2. Almacenamiento	46
4.1.3. Organización y prestación del servicio de barrido de calles	47
4.1.3.1. Rutas y longitud de barrido.....	47
4.1.4. Servicio de recolección	50
4.1.5. Servicio de recolección selectiva.....	53
4.1.6. Disposición final	59
4.2. Propuesta de evaluación de indicadores operacionales.....	60
4.2.1. Propuesta de formato para el control del servicio de barrido de calles.....	60
4.2.2. Propuesta de formato para el control del Servicio de Recolección.....	66
4.2.3. Propuesta de formato para el control del servicio de recolección selectiva.....	73
4.2.4. Propuesta de formato para el control del Servicio de Disposición Final	80
4.3. Validación de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales	84
4.3.1. Proceso de validación	84
4.3.2. Descripción del trabajo de validación	85
4.3.3. Resultados de la validación por expertos	87
4.3.4. Escala de interpretación.....	87
4.3.5. Comprobación estadística de validez	87
4.3.6. Análisis general de la verificación de la hipótesis general	90
4.3.7. Informe técnico de validación de la propuesta	90
4.4. Simulación de aplicación del sistema propuesto	91
4.4.1. Objetivo de la simulación	91
4.4.2. Metodología de la simulación.....	91
4.4.3. Aplicación del sistema al servicio de barrido de calles	92

4.4.4. Aplicación del sistema al servicio de recolección convencional	92
4.4.5. Aplicación del sistema al servicio de recolección selectiva	93
4.4.6. Aplicación del sistema al servicio de disposición final	94
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	97
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de los indicadores operacionales en el servicio de barrido.....	34
Tabla 2. Variables de los indicadores operacionales en el servicio de recolección.....	35
Tabla 3. Variables de los indicadores operacionales en el servicio de recolección selectiva.....	36
Tabla 4. Variables de los indicadores operacionales en el servicio de disposición final	36
Tabla 5. Operacionalización de las variables en los servicios de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna.....	39
Tabla 6. Población proyectada 2018 – 2025.....	46
Tabla 7. Resumen del estado situacional del almacenamiento público del distrito	47
Tabla 8. Rutas y longitud de barrido de calles actual.....	48
Tabla 9. Turnos, horarios y frecuencia.....	49
Tabla 10. Herramientas y materiales	49
Tabla 11. Personal y Condición laboral.....	50
Tabla 12. Características de las unidades de recolección y transporte de residuos sólidos	51
Tabla 13. Número de rutas de barrido de calles por horarios y frecuencias del distrito de Tacna	52
Tabla 14. Herramienta y materiales para el Servicio de recolección y transporte	53
Tabla 15. Personal para el servicio de recolección y transporte	53
Tabla 16. Rutas, horarios y frecuencia de recolección selectiva de inorgánicos.....	54
Tabla 17. Características de las unidades de recolección y transporte de residuos sólidos inorgánicos.	55
Tabla 18. Materiales para el almacenamiento de residuos sólidos aprovechables	56
Tabla 19. Asociación de recicladores SEGREGA TACNA-distrito de Tacna.....	56
Tabla 20. Asociación de Recicladores SEGRESUR-Distrito de Tacna	57
Tabla 21. Indumentaria para el personal de la planta de Compostaje	58
Tabla 22. Matriz de Evaluación del Servicio de Barrido de Calles (propuesta)	67
Tabla 23. Matriz de Evaluación del Servicio de Recolección	75
Tabla 24. Matriz de evaluación del servicio de recolección selectiva.....	80

Tabla 25. Matriz de evaluación del servicio de disposición Final	84
Tabla 26. Especialistas participantes en la validación de la propuesta	85
Tabla 27. Matriz del instrumento de validación de la propuesta.....	86
Tabla 28. Tendencia de los resultados resumen del cuestionario aplicado sobre los procesos del método para la propuesta de evaluación de indicadores operacionales	87
Tabla 29. Escalas de validez	87
Tabla 30. Resumen de la validación de la propuesta metodológica mediante expertos	88
Tabla 31. Tabla resumen de indicadores obtenidos por servicio	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del distrito de Tacna	31
Figura 2. Plano de sectorización del distrito de Tacna.....	32
Figura 3. Diagrama de flujo de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales	33
Figura 4. Unidad de recolección de residuos sólidos aprovechables	55
Figura 5. Planta de Compostaje del distrito de Tacna.....	58
Figura 6. Formato propuesto para el control semanal del servicio de barrido de calles	61
Figura 7. Formato propuesto para el reporte mensual de indicadores del servicio de barrido de calles.....	62
Figura 8. Formato propuesto para el reporte anual de indicadores del servicio de barrido de calles.....	64
Figura 9. Formato propuesto para el control de personal e insumos en el servicio de barrido de calles.....	66
Figura 10. Formato del registro diario y mensual del servicio de recolección	69
Figura 11. Registro de la recolección y transporte de residuos sólidos municipales.....	70
Figura 12. Registro de personal e insumos en el servicio de recolección	71
Figura 13. Propuesta de registro semanal de recolección selectiva.....	76
Figura 14. Reporte mensual de la recolección selectiva mensual.....	77
Figura 15. Formato de Reporte Anual de la recolección selectiva	78
Figura 16. Formato de registro de disposición final.....	82
Figura 17. Formato anual del registro de disposición final	83
Figura 18. Ruta 1 – Dos de Mayo	108
Figura 19. Ruta 2 – Paseo Cívico	108
Figura 20. Ruta 3 – Escuadrón	109
Figura 21. Ruta 4 – Zela – Bolívar	109
Figura 22. Ruta 5 – Mercado Grau	110
Figura 23. Ruta 6 – Av. Bolognesi	111
Figura 24. Ruta 7 – Alto de Lima	111
Figura 25. Ruta 8 – Av. Leguía A.....	112
Figura 26. Ruta 9 – Av. Leguía B.....	112
Figura 27. Ruta 10 – Zona Pesquero	113
Figura 28. Ruta 11 – Arias Aragüés.....	113

Figura 29. Ruta 12 – Av. Coronel Mendoza	114
Figura 30. Ruta 13 – Av. Cusco	114
Figura 31. Ruta 14 – Billinghamurst.....	115
Figura 32. Ruta 15 – Av. Grau	116
Figura 33. Ruta 16 – Jirón Pinto	117
Figura 34. Ruta 17 – Zona Industrial.....	118
Figura 35. Ruta 18 – Francisco Patricio Meléndez.....	118
Figura 36. Ruta 1 – Dos de Mayo – turno noche.....	119
Figura 37. Ruta 2 – Paseo Cívico – turno noche.....	119
Figura 38. Ruta 3 – Zela – Bolívar – turno noche.....	120
Figura 39. Ruta 4 – Mercado Grau – turno noche.....	120
Figura 40. Ruta 5 – Av. Bolognesi – Turno noche.....	121
Figura 41. Ruta 6 – Av. Leguía A – turno noche	121
Figura 42. Ruta 7 – Av. Leguía B – turno noche	122
Figura 43. Mapa de la ruta diaria de las compactadoras – turno día.....	123
Figura 44. Mapa de la ruta diaria de las compactadoras – turno noche.....	124
Figura 45. Mapa de la ruta de los recicladores – Día lunes	125
Figura 46. Mapa de la ruta de los recicladores – Día martes	126
Figura 47. Mapa de la ruta de los recicladores – Día miércoles.....	127
Figura 48. Mapa de la ruta de los recicladores – Día jueves.....	128
Figura 49. Mapa de la ruta de los recicladores – Día viernes	129
Figura 50. Resultados de eficacia diaria y el cálculo del promedio semanal.....	131
Figura 51. Formato del reporte completo de indicadores de barrido por mes	132
Figura 52. Formato del registro de control del servicio de barrido durante el año	133
Figura 53. Reporte de los indicadores operacionales de servicio de barrido	134
Figura 54. Formato mensual llenado	136
Figura 55. Formato del registro de control del servicio de recolección durante el año.....	136
Figura 56. Reporte de los indicadores operacionales de servicio de recolección	138
Figura 57. Formato del registro de control del servicio de recolección selectiva durante el año.....	140
Figura 58. Reporte de los indicadores operacionales de servicio de recolección selectiva.....	141
Figura 59. Formato del reporte de indicadores de control del servicio de disposición final durante un mes.....	143

Figura 60. Formato del registro de control del servicio de disposición final durante el año.....	143
Figura 61. Reporte de los indicadores operacionales de servicio de disposición final	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	107
Anexo 2. Distribución de las rutas de barrido en el distrito de Tacna.....	108
Anexo 3. Rutas del servicio de recolección convencional	123
Anexo 4. Mapas de las rutas de los recicladores	125
Anexo 5. Informe de opinión de experto	130
Anexo 6. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de barridos de calles	131
Anexo 7. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de recolección	135
Anexo 8. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de recolección selectiva.....	139
Anexo 9. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de disposición final	142

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue elaborar una propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna. El estudio es de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La investigación se desarrolló a partir del análisis documentario de registros operativos del servicio de barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final de residuos sólidos, considerando variables de cobertura, eficiencia, uso de recursos y desempeño operativo. Con base en el diagnóstico del servicio, se diseñó una propuesta de indicadores operacionales adaptados de la Guía metodológica del Ministerio del Ambiente, los cuales fueron integrados en un modelo de evaluación en Microsoft Excel que permite el registro sistemático de información y el cálculo automático de los indicadores. La propuesta fue sometida a un proceso de validación mediante juicio de expertos, conformado por especialistas de la gestión ambiental municipal. Los resultados evidenciaron que la aplicación de los indicadores permite identificar brechas en la eficiencia del servicio, optimizar la asignación de recursos y fortalecer el control operativo. La validación por expertos determinó una alta validez de la propuesta, confirmando su coherencia y factibilidad de aplicación. Se concluye que la implementación de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales mejora la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna, confirmándose la hipótesis planteada.

Palabras clave: indicadores operacionales; limpieza pública; gestión municipal; residuos sólidos; evaluación del servicio.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop a proposal for evaluating operational indicators to improve the management of public cleaning services in the Provincial Municipality of Tacna. The study is applied, with a quantitative approach, a descriptive level, and a non-experimental, cross-sectional design. The research was based on a documentary analysis of operational records for street sweeping, collection, selective collection, and final disposal of solid waste, considering variables such as coverage, efficiency, resource use, and operational performance. Based on the service diagnosis, a proposal for operational indicators was designed, adapted from the Methodological Guide of the Ministry of the Environment. These indicators were integrated into an evaluation model in Microsoft Excel, which allows for the systematic recording of information and the automatic calculation of the indicators. The proposal underwent a validation process through expert review by specialists in municipal environmental management. The results showed that the application of the indicators allows for the identification of gaps in service efficiency, the optimization of resource allocation, and the strengthening of operational control. Expert validation determined a high validity for the proposal, confirming its coherence and feasibility of application. It is concluded that the implementation of the proposed operational indicator evaluation improves the management of the public cleaning service in the Provincial Municipality of Tacna, thus confirming the initial hypothesis.

Keywords: operational indicators; public cleaning; municipal management; solid waste; service evaluation.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la administración del sistema de limpieza urbana representa un aspecto fundamental dentro de las competencias municipales, ya que incide directamente en la calidad de vida de los ciudadanos, la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, en muchas ciudades del país, incluyendo la provincia de Tacna, persisten limitaciones en la cobertura, eficiencia y percepción ciudadana respecto a este servicio. En este escenario, la evaluación de indicadores operacionales se constituye como una herramienta clave para medir el desempeño, identificar deficiencias y proponer mejoras que optimicen la gestión municipal.

La presente investigación titulada “Propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna”, se desarrolló con el propósito de analizar de manera técnica los procesos de barrido, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales. El estudio se circunscribe al ámbito de la Municipalidad Provincial de Tacna y utiliza como base la información operativa correspondiente al periodo 2023–2024, lo que delimita el alcance temporal de la investigación. Asimismo, el análisis se centra exclusivamente en indicadores operacionales, dejando fuera aspectos financieros, presupuestales y administrativos que exceden el objetivo central del estudio.

En la Municipalidad Provincial de Tacna, el servicio de limpieza pública enfrenta dificultades relacionadas principalmente con la ausencia de un sistema estandarizado para el registro, monitoreo y evaluación de los indicadores operacionales. Esta situación limita la capacidad institucional para medir objetivamente el desempeño del servicio, identificar deficiencias en los procesos de barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final de residuos sólidos, y adoptar decisiones técnicas oportunas orientadas a la mejora continua.

Diversos estudios nacionales e internacionales destacan que la aplicación de indicadores operacionales constituye una herramienta clave para evaluar la eficiencia y efectividad de los servicios de limpieza pública, permitiendo identificar brechas de gestión y orientar acciones de mejora continua. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar una propuesta metodológica que permita evaluar de manera objetiva el desempeño operativo del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.

Por ello, el problema de investigación se formula de la siguiente manera: ¿cómo mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna mediante una propuesta de evaluación de indicadores operacionales? En respuesta a esta interrogante, el objetivo general del estudio es elaborar una propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna. De manera específica, se plantea realizar un diagnóstico del estado actual del servicio, desarrollar la propuesta de indicadores operacionales y establecer su validez desde la percepción de expertos en gestión de residuos sólidos.

La investigación se justifica desde el ámbito social, al contribuir a mejorar las condiciones de salubridad y bienestar de la población; desde el ámbito ambiental, al promover una gestión más eficiente y sostenible de los residuos sólidos; y desde el ámbito económico, al optimizar el uso de los recursos municipales. Finalmente, se plantea como hipótesis que la implementación de una propuesta de evaluación de indicadores operacionales mejora la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna, la cual será contrastada a lo largo del desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

El incremento en la cantidad de residuos generados por la población es un fenómeno relacionado con varios factores, como el aumento poblacional, el crecimiento económico y los cambios en los patrones de consumo de la sociedad (Ceballos et al., 2021). En la Municipalidad Provincial de Tacna, este incremento afecta la capacidad de operación de las actividades vinculadas al aseo urbano y al manejo final de los desechos, actualmente la municipalidad recepciona un aproximado de 300 toneladas en su botadero municipal.

Actualmente, no se cuenta con un sistema organizado que permita registrar y monitorear de manera uniforme los parámetros operativos necesarios para evaluar el desempeño del servicio de aseo urbano. Esta carencia impide un seguimiento adecuado del desempeño del servicio, dificultando la identificación de áreas que requieren mejoras (Guerrero et al., 2019). Además, no existe un conocimiento claro sobre la percepción de los ciudadanos respecto a la prestación del servicio, lo que limita la posibilidad de implementar mejoras que respondan efectivamente a las necesidades y expectativas de la comunidad (Rodríguez et al., 2022).

En este contexto, surge la necesidad de proponer un esquema de registro y seguimiento de parámetros operativos que permita una evaluación integral y continua del funcionamiento del sistema municipal de manejo de residuos. Este formato no solo facilitará la toma de decisiones estratégicas, sino que también permitirá a la Municipalidad responder de manera oportuna a las demandas de la población (Ceballos et al., 2021; Guerrero et al., 2019).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna mediante una propuesta de evaluación de indicadores operacionales?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el estado actual del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna?

- b. ¿Cómo se puede desarrollar una propuesta de evaluación de indicadores operacionales que mejore la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna?
- c. ¿Qué validez tiene la propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública desde la percepción de los expertos?

1.3. Justificación e importancia

La prestación de servicio vinculado a la limpieza pública es una función esencial de las municipalidades, ya que garantiza la salubridad del entorno urbano y la protección del medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2020)

1.3.1. Justificación social

Desde una perspectiva social, contar con un sistema adecuado de manejo y control de limpieza pública resulta esencial para preservar el bienestar de la comunidad. La presencia prolongada de desechos en espacios públicos puede generar problemas de salud pública, como enfermedades transmitidas por vectores y contaminación del agua y del aire.

La implementación de un sistema efectivo de monitoreo y evaluación permitirá a la Municipalidad atender las necesidades de los ciudadanos y favorecer el desarrollo de condiciones de vida más saludables, creando un entorno más limpio y seguro para todos.

1.3.2. Justificación ambiental

El manejo apropiado de los desechos urbanos sólidos es crucial para resguardar los entornos naturales. Un sistema municipal dedicado en la limpieza pública bien gestionado contribuye a la reducción de la contaminación y fomenta un uso más racional de los bienes naturales (Ministerio del Ambiente, 2020).

Al establecer indicadores operacionales, se podrá medir el impacto ambiental del servicio, promoviendo prácticas sostenibles que favorezcan la recuperación de materiales y la reintegración de aprovechables en nuevos ciclos productivos, lo que a su vez contribuirá a la conservación de los ecosistemas locales (Rodríguez et al., 2022).

1.3.3. Justificación económica

Desde una perspectiva financiera, un manejo adecuado de las actividades municipales relacionadas con la limpieza pública puede resultar en un ahorro significativo de recursos para la Municipalidad. La falta de un monitoreo adecuado puede llevar a un uso ineficiente de los recursos y a costos elevados en la recolección y tratamiento de residuos (Guerrero et al., 2019).

Al implementar un formato de reporte de indicadores operacionales, se facilitará la toma de decisiones informadas que optimicen el uso de los recursos, permitiendo que la Municipalidad asigne sus presupuestos de manera más efectiva y mejore la eficiencia económica del sistema encargado del ordenamiento y limpieza de la ciudad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Realizar un diagnóstico del estado actual del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.
- b. Desarrollar la propuesta de evaluación de indicadores operacionales para la mejora de la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.
- c. Establecer la validez de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública desde la percepción de los expertos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de una propuesta de evaluación de indicadores operacionales mejora la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. El diagnóstico del estado actual del servicio de limpieza pública permite identificar deficiencias operativas en la Municipalidad Provincial de Tacna.
- b. El desarrollo de una propuesta de evaluación de indicadores operacionales contribuye a mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.
- c. La propuesta de evaluación de indicadores operacionales presenta un alto nivel de validez, según la percepción de los expertos en gestión de residuos sólidos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

A nivel internacional, algunos países han implementado sistemas avanzados para elevar el desempeño del servicio de limpieza pública basados en indicadores operacionales.

López (2024), en su estudio, desarrolló un modelo de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios (RSD) considerando aspectos geográficos, operativos y demográficos. Para ello, aplicó un modelo matemático de optimización (MINLP) con el fin de diseñar y dimensionar plantas de valorización en la región, incorporando variables como flujos máscicos, rutas de transporte y disponibilidad de flota vehicular. Los resultados mostraron que la alternativa más eficiente corresponde a la implementación de recolección diferenciada mediante contenedores urbanos, acompañada del establecimiento de dos plantas de valorización en cada provincia (Malleco y Cautín). Con este escenario se logró proyectar una tasa de reciclaje del 62,2% y la generación de hasta 103,8 GWh de energía eléctrica, además de un Valor Actual Neto (VAN) estimado en 165 millones de dólares, lo que evidencia su viabilidad económica. Sin embargo, el costo de gestión alcanzó los 136.690 CLP/ton de RSD, superando en 2,3 veces al gasto público actual, concluyéndose que el modelo resulta ambiental y técnicamente favorable, aunque requiere ajustes financieros para garantizar su implementación sostenible.

Romero (2023), en su investigación, planteó un modelo de gestión orientado al reciclaje y la economía circular dentro de las estaciones del transporte subterráneo de la capital chilena. El estudio incluyó la caracterización de residuos generados en distintas estaciones de la Línea 1 (Los Dominicos, Manquehue, Los Leones, Manuel Montt, Santa Lucía, La Moneda, Unión Latinoamericana, Ecuador y San Pablo), complementándose con entrevistas a entidades municipales y empresas vinculadas al manejo de residuos, además de encuestas a usuarios para conocer su nivel de conocimiento y disposición a participar en sistemas de separación y reciclaje. Con base en los datos obtenidos, el autor propuso lineamientos estratégicos que consideran la diversidad territorial de las estaciones, la incorporación de tecnologías adecuadas y la participación de los distintos actores sociales. Como resultado, se estableció un esquema de gestión integral capaz de fomentar el reciclaje en el Metro de Santiago y,

al mismo tiempo, servir como herramienta de educación ambiental urbana orientada a la construcción de una ciudad más sostenible.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Rodríguez (2023), en su estudio, desarrolló una propuesta orientada a fortalecer la prestación del sistema municipal de aseo urbano en una municipalidad distrital de la región. La investigación, de carácter básico, se ejecutó con un método cuantitativo, empleando un alcance descriptivo con proyección prospectiva y un diseño no experimental de tipo transversal, consideró como población a 1200 usuarios y trabajó con una muestra de 292 ciudadanos. Para la recolección de información se aplicaron cuestionarios sobre gestión por procesos y sobre percepción del servicio de limpieza. Entre los principales resultados se evidenció que la municipalidad presenta un nivel intermedio de gestión por procesos, señalado por el 58% de los encuestados; mientras que un 32% lo calificó como bajo y solo un 11% como alto. En relación al servicio de limpieza, el 53% de los ciudadanos percibió un nivel bajo, el 38% un nivel medio y únicamente el 10% lo valoró como alto. A partir de estas deficiencias, el autor propuso un esquema de gestión compuesto por procesos estratégicos, operativos y de apoyo, con el propósito de potenciar la eficiencia y elevar el estándar del servicio de aseo urbano ofrecido por la municipalidad.

Chávez et al., (2019), en su investigación, analizaron la percepción de los habitantes del distrito de San Luis respecto a la gestión municipal, con el propósito de plantear alternativas de mejora en los servicios evaluados. El estudio se aplicó a una muestra de 300 pobladores, cuyos resultados reflejaron que la mayoría de ciudadanos considera la gestión municipal como regular (63,3 %), mientras que un 19,7 % la calificó de buena y un 17 % como deficiente. En el caso del servicio de limpieza, el 57,3 % lo valoró como regular, el 16,7 % como deficiente y solo el 26 % como bueno. En relación con la seguridad ciudadana, el 48 % de los encuestados percibió el servicio en un nivel regular, el 33,3 % lo catalogó como deficiente, el 6,7 % como muy deficiente y apenas el 12 % lo calificó de bueno. Finalmente, en lo referido al transporte público, el 69 % lo consideró regular, el 16,3 % deficiente y un 14,7 % lo evaluó de manera positiva. Con base en estos hallazgos, los autores propusieron lineamientos de mejora fundamentados en evidencias empíricas, orientados a fortalecer la gestión municipal y a elevar la calidad de los servicios públicos en el distrito.

Cabrera et al., (2021), en su investigación, analizaron las limitaciones operativas y administrativas de la municipalidad respecto a los servicios de limpieza pública, los cuales abarcan etapas como el almacenamiento de los residuos, el barrido de las vías, la recolección, el aprovechamiento y la disposición final. Los autores identificaron que los altos costos asociados a la operación y el mantenimiento, sumados a la baja recaudación por concepto de tributos, generan una brecha significativa en la cobertura del servicio. Frente a esta problemática, el estudio se alineó al Programa Presupuestal 0036 y al Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016–2024 del MINAM, con el propósito de diseñar instrumentos de gestión que promuevan eficiencia y sostenibilidad. La propuesta incluyó un plan de sensibilización sustentado en la Política Nacional de Educación Ambiental y en el Programa Municipal EDUCCA, con el fin de fomentar hábitos de reducción de residuos en la población. Asimismo, se planteó un plan de organización de los residuos desde su punto de producción y su acopio selectivo, orientado a generar beneficios ambientales, sociales y económicos. Finalmente, se elabora una propuesta operativa completa que abarca el retiro, traslado, limpieza de vías, procesamiento y destino final de los residuos, orientada a mejorar la eficiencia del sistema de aseo municipal en Abancay y contribuir a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

Rujel (2020), en su investigación presenta un estudio en donde determina el nivel de eficiencia en el manejo de residuos sólidos municipales Lambayecanos, en donde se hizo uso del Registro Nacional de Municipalidades (RENAMU) y se evalúa la frecuencia de recojo, cobertura, cantidad y destino final de los desechos sólidos. Así mismo se plantean propuestas para atender la meta presupuestal de residuos sólidos con campañas de recolección, segregación, infraestructura para disposición final de RR.SS., como también el aumento del nivel de eficiencia promedio de los conglomerados y disminuir el nivel de uso de insumos en operarios. Los resultados indicaron una frecuencia de dos a tres veces por semana que tienen los municipios, cuya cobertura es de 25 a 49% - 50 % a 74% y los distritos disponen sus residuos en un botadero siendo un total de 38 distritos, así mismo se denota baja elaboración de instrumentos de gestión que tengan acciones en la asignación de operarios y camiones que tengan rutas predeterminadas. Se concluye que las unidades orgánicas utilizan más recursos, pero producen menos, en cambio si se implementan metas tales como el reciclaje, valorización o transformación, impactarían positivamente.

Arteaga (2021), en su investigación desarrollo un diagnóstico mediante encuestas para analizar cómo las labores de aseo en áreas públicas influyen en la percepción de los habitantes. Los resultados evidenciaron que 66.30% de los pobladores encuestados manifestaron conformidad con el mantenimiento y aseo urbano, 81.52% considera que la frecuencia del servicio es adecuada, 88.04% está de acuerdo en clasificar residuos para la conservación ambiental. El estudio concluyo que tener una buena gestión de servicios públicos es crucial para la satisfacción de los ciudadanos.

Durand et al., (2024), en su investigación presenta problemas sobre la conducción de las actividades vinculadas al manejo de residuos sólidos de la municipalidad de Ilo, falta de segregación en la fuente, ausencia de áreas para los diferentes residuos, deficiente capacitación del personal y carencia de sistemas de control y mejora continua, como respuesta a estas problemáticas se presenta como propuesta de implementación metodología las 5S en la municipalidad provincial de Ilo, con ello abordar la problemática que presenta la gestión de residuos sólidos, de esta manera optimizar procesos operativos, mejorar la organización y fomentar la cultura de responsabilidad en la conducción de las actividades vinculadas al manejo de residuos sólidos. Se concluye que la propuesta de implementación de la metodología de las 5S demostró ser muy efectiva para aumentar la eficiencia, organización y sostenibilidad en la administración de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de Ilo.

2.1.3. Antecedentes locales

Madrid Medina (2024), desarrolló un diagnóstico integral de la generación y disposición de residuos sólidos en ámbitos domiciliarios y no domiciliarios del centro poblado. Para ello aplicó encuestas, guías de observación, observación directa y lineamientos metodológicos del MINAM, caracterizando residuos en 44 viviendas y en establecimientos comerciales, educativos y de servicios. Los resultados evidenciaron una generación per cápita de 0,34 kg/hab·día, con densidades entre 112,8 y 337,6 kg/m³ según la fuente, y una alta proporción de residuos aprovechables (77 % – 89 %) frente a no aprovechables. Asimismo, se identificaron limitaciones en la gestión municipal: almacenamiento predominantemente en bolsas plásticas (63 %), barrido con eficiencia de 42,53 %, cobertura de recolección de apenas 61,72 % y disposición final en un botadero de más de 66 000 m². A partir de este diagnóstico se formularon tres líneas estratégicas de manejo con metas de corto, mediano y largo plazo, orientadas a incrementar la cobertura y la valorización de residuos. El estudio concluyó que, si bien existe un alto potencial de aprovechamiento, el sistema actual presenta deficiencias en

eficiencia operativa y en infraestructura, por lo que se requiere implementar un plan integral de gestión.

Iparraguirre et al., (2021), presentan un estudio orientado a evaluar el efecto de la valorización de residuos sobre indicadores clave de sostenibilidad en una zona piloto del distrito. Empleando la guía del MINAM para la caracterización de residuos municipales, realizaron muestreos domiciliarios que permitieron estimar una generación promedio cercana a 0,46 kg por habitante al día, con variaciones entre estratos socioeconómicos. El estudio diferenció fracciones orgánicas e inorgánicas y constató que la porción aprovechable (principalmente inorgánicos) supera ligeramente a la orgánica, con una diferencia aproximada del 2,3 %. A partir de la caracterización, los autores calculan los beneficios ambientales y sociales de implantar un programa de valorización: una reducción estimada de emisiones de GEI (del orden de 32 452,29 kg CO₂e), ahorros hídricos equivalentes a varios millones de litros para la producción de materiales sustituidos ($\approx$ 6 644 051,72 L) y una contribución al empleo formal/indirecto en la cadena del reciclaje (cifras proyectadas con base en censo nacional). Igualmente, presentan una valoración de la huella ecológica vinculada al reciclaje de papel, estimando la salvaguarda de hectáreas de bosque si se sustituyera papel nuevo por reciclado. La propuesta incluye un plan a diez años que modela escenarios de eficiencia: se concluye que la valorización resulta técnica y ambientalmente viable y que alcanzaría sostenibilidad financiera cuando la tasa de recuperación se aproxime al 80 %, aunque señalan la necesidad de políticas públicas, incentivos y inversiones iniciales para viabilizar la escala.

Ticona (2021), desarrolló en su investigación una propuesta metodológica orientada a cuantificar y clasificar los residuos sólidos municipales con la finalidad de fortalecer la gestión ambiental en la provincia de Tacna. Para ello, elaboró y aplicó una guía de caracterización sustentada en la metodología oficial del Ministerio del Ambiente para estudios de residuos sólidos municipales, la cual se implementó en la planta de segregación de la Municipalidad Provincial de Tacna. Los resultados evidenciaron que la generación per cápita de residuos sólidos alcanzó un promedio de 48 958,3 kg/día, destacando la participación de materiales como papeles (29,49 %), botellas plásticas (27,47 %), cartones (23,49 %) y latas (19,62 %). Este diagnóstico permitió identificar los principales componentes valorizables y establecer la necesidad de un manejo diferenciado de los mismos. El estudio concluyó que la aplicación de la guía constituye una herramienta clave para mejorar el Plan Integral de Gestión Ambiental Municipal (PIGARS), al proporcionar datos técnicos precisos que facilitan la planificación de estrategias de valorización, la optimización de procesos en la planta de segregación y la reducción de residuos destinados a disposición final. Asimismo, se resaltó que su

implementación contribuiría significativamente al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y al fortalecimiento del proceso decisorio dentro de la administración municipal de Tacna.

Mamani et al., (2022), desarrollaron un estudio orientado a perfeccionar el recorrido asignado a la recolección de desechos municipales en el distrito de Tarata, se planteó la propuesta de reorganizar las rutas de traslado de residuos a partir de la caracterización de los materiales descartados y del cálculo de la cantidad de residuos generados por persona cada día. Se identificaron deficiencias en la gestión municipal vinculadas a la recolección, segregación en la fuente, manejo sanitario y ausencia de programas de educación ambiental y limpieza. El estudio evidenció que los residuos, tanto domésticos como no domésticos, presentan una alta proporción de restos orgánicos (42,30 % y 34,20 % respectivamente), con densidades de 209,42 kg/m³ y 81,34 kg/m³, un GPC promedio de 0,19 y 0,68 kg/hab/día, y niveles de humedad cercanos al 81 %. Con base en esta información, se evidencia la urgencia de implementar puntos estratégicos para la separación de materiales y reconfigurar los trayectos de recolección. La propuesta permitió reducir la distancia semanal de recorrido de 31,8 km a 27,3 km, lo que representa un ahorro de 4,5 km, manteniendo la frecuencia de tres recojos por semana y añadiendo puntos de acopio con contenedores.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Administración del servicio de limpieza pública

La administración de las labores de aseo urbano constituye una responsabilidad fundamental de las autoridades municipales, pues influye de manera directa en el bienestar sanitario de la población, en el entorno ambiental y en las condiciones de vida dentro de la ciudad. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, (2020), esta gestión no se limita a la recolección de residuos, sino que implica un conjunto de operaciones integradas que van desde el barrido, recolección, transporte y disposición final, cumpliendo criterios técnicos, sanitarios, ambientales y económicos.

En el Perú, la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972 establece en su artículo 80 que las municipalidades provinciales tienen la responsabilidad exclusiva de “organizar, regular y controlar los servicios de limpieza pública, incluyendo la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos” (Ley Orgánica de Municipalidades, 2012). Este mandato normativo obliga a las autoridades locales a realizar procesos permanentes de planificación, control y evaluación para garantizar la eficacia del servicio.

A nivel académico, diversas investigaciones evidencian que la prestación de los servicios vinculados al aseo urbano aún presenta limitaciones. Una estudio realizada en el Callao evidenció que, a pesar de contar con iniciativas orientadas a la separación en origen y a la recolección diferenciada, la mayoría de los ciudadanos evaluó las labores de limpieza diaria y el acopio de residuos como de calidad media o deficiente (Rossell et al., 2022). De manera similar, en la Municipalidad Distrital de Chancay se identificó que la capacidad institucional tiene una incidencia notable en el rendimiento del sistema de recogida de desechos (Huaqui, 2022). Asimismo, en Carabaya se determinó que las dimensiones de fiabilidad, capacidad de respuesta y tangibilidad fueron evaluadas en un nivel regular, lo que refleja la necesidad de fortalecer los aspectos logísticos y operativos (Alarcón Quispe, 2023).

En síntesis, la administración del servicio de aseo público debe ser entendida como un proceso integral que articule diagnóstico, planificación, ejecución, monitoreo y evaluación. Para ello, resulta clave el uso de indicadores de desempeño que permitan identificar deficiencias y orientar mejoras continuas en beneficio de la ciudadanía.

2.2.1.1. Concepto de gestión pública

La gestión pública puede entenderse como la manera en que el Estado administra sus recursos humanos, financieros y materiales para cumplir con sus responsabilidades ante la sociedad, garantizando la eficiencia y la generación de valor público. No se trata solo de una tarea técnica, sino de una práctica que está limitada por la naturaleza pública de su finalidad, lo que implica transparencia, rendición de cuentas y equidad (Cruz et al., 2020).

En otras palabras, la gestión pública implica operar dentro de restricciones específicas, como marcos normativos, normas éticas y principios democráticos, que condicionan sus acciones y le dan legitimidad. En este sentido, se diferencia de la gestión privada, donde predomina la búsqueda de rentabilidad sin presiones de acceso público o legitimidad ciudadana (Rubio, 1993). Es una referencia clásica, se mantiene vigente en este estudio debido a que constituye una base teórica fundamental para comprender la diferencia estructural entre la gestión pública y la privada. No obstante, esta perspectiva se complementa con literatura contemporánea que profundiza en la importancia de la eficiencia, el enfoque ciudadano y la rendición de cuentas como pilares de la administración pública moderna.

2.2.1.2. Gestión de los servicios municipales

La gestión de los servicios municipales se refiere a las acciones organizadas que realizan los gobiernos locales para planificar, prestar y supervisar servicios esenciales, tales como limpieza pública, abastecimiento de agua, alcantarillado, alumbrado y otros, su finalidad es atender las demandas de la comunidad de manera eficiente y sostenible (Terán, 2024).

Este tipo de gestión enfrenta retos propios del entorno local, como las restricciones presupuestarias, la variabilidad de la demanda y la necesidad de mantener estándares de calidad. Una tesis doctoral realizada en España señala que, para mejorar la gestión y garantizar su sostenibilidad financiera, los municipios deben adaptar su estructura, sus procesos y establecer mecanismos continuos de monitoreo y rendición de cuentas (Martínez , 2021).

Además, en Perú, el Índice de Gestión de Servicios Municipales – IGSM (2025) revela que la mayoría de los gobiernos locales operan con niveles bajos de madurez en planificación, ejecución y evaluación de servicios esenciales. El análisis destaca específicamente graves brechas en la administración de residuos sólidos, así como en otros servicios clave como el alcantarillado pluvial y la infraestructura vial, lo que implica la urgencia de fortalecer procesos técnicos y participación ciudadana (IGSM, 2025).

En síntesis, la administración de los servicios municipales debe considerarse como un ciclo completo: diagnóstico, planificación, prestación operativa, monitoreo y evaluación. Este enfoque integral permite detectar debilidades operativas y promover mejoras continuas para brindar servicios más confiables y de calidad a la ciudadanía.

2.2.1.3. Principios de la gestión de residuos sólidos urbanos

En el Perú, el manejo de los desechos generados en las ciudades está guiado por un conjunto de lineamientos orientados a asegurar la preservación del ambiente y el adecuado desempeño de los servicios municipales relacionados con esta actividad.

En primer lugar, la responsabilidad compartida implica que todos los actores — Estado, empresas y ciudadanos— tienen un rol en la gestión integral de los residuos. Según el artículo 6, literal d, del Decreto Legislativo N.º 1278, se establece que *“la gestión integral de los residuos sólidos se rige por el principio de responsabilidad compartida, según el cual los generadores y operadores asumen obligaciones diferenciadas”* (Ministerio del Ambiente, 2017).

Asimismo, se reconoce como principio fundamental la protección de la salud y del ambiente, que busca minimizar los riesgos asociados al manejo inadecuado de los residuos. El artículo 6, literal e, del mismo decreto señala que la gestión debe orientarse

a “prevenir y reducir los impactos adversos de los residuos sólidos sobre la salud de las personas y el ambiente” (MINAM, 2017).

Además, el artículo 4.2 de la misma ley introduce el principio de minimización y valorización, promoviendo “*acciones orientadas a minimizar la cantidad de residuos generados en el punto donde se producen y fomentar su reaprovechamiento mediante procesos de reutilización y reciclaje*” (SENACE, 2004)

2.2.1.4. Dimensiones de la gestión del servicio de limpieza pública

La gestión del servicio de limpieza pública se sustenta en varias dimensiones clave que deben ser consideradas en conjunto para garantizar su efectividad. Según *la Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública* del MINAM, (2020), las actividades que conforman este servicio abarcan acciones como el aseo y barrido de áreas públicas, el depósito temporal de residuos, además de su posterior recolección, traslado, transferencia, aprovechamiento y disposición final. Estos procesos requieren ser planificados conforme a diferentes dimensiones, como:

- **Ámbito geográfico:** Determina las zonas urbanas y rurales donde se prestan los servicios, considerando la diversidad territorial y densidad poblacional MINAM, (2020).
- **Recursos disponibles:** Incluyen recursos humanos, financieros y materiales, como personal de limpieza, equipos, infraestructura y combustibles; además, su adecuada asignación es fundamental para la eficiencia del servicio MINAM, (2020).
- **Contexto sociodemográfico:** Considera hábitos, costumbres y actividades económicas de la población, como turismo o comercio, que influyen en la generación y la administración de desechos sólidos MINAM, (2020).

En cuanto a la percepción ciudadana sobre la calidad del servicio, investigaciones recientes subrayan que dimensiones como elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía son fundamentales para evaluar qué tan bien se está atendiendo a la comunidad. Por ejemplo, en el estudio realizado en la Municipalidad Provincial de Carabaya (Alarcón, 2023), se identificó que estas dimensiones tienen una influencia significativa en la percepción del servicio y su calidad.

En conjunto, estas dimensiones configuran una mirada integral sobre la administración del servicio de aseo municipal pública, al integrar tanto aspectos operativos como perceptuales, y ofrecen una base teórica sólida para la construcción de indicadores que midan su desempeño de manera integral.

2.2.2. El servicio de limpieza pública en el contexto municipal

El servicio de limpieza pública es una actividad pública esencial que se desarrolla principalmente a nivel local y que abarca el conjunto de acciones tendientes al manejo integral de los residuos generados en áreas urbanas y periurbanas. Estas acciones incluyen el barrido de las vías y espacios públicos, la recolección domiciliaria y comercial, el transporte, el tratamiento, la valorización y la disposición final segura de los residuos. Desde la perspectiva operativa, el servicio debe articularse con objetivos de salud pública, protección ambiental y bienestar ciudadano (MINAM, 2017).

En el Perú la dimensión legal es clara y obliga a las municipalidades a hacerse cargo de este servicio. Según el artículo 80 de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, las municipalidades provinciales tienen la competencia de “*organizar, regular y controlar los servicios de limpieza pública, recolección y transporte de residuos sólidos*”. Esta atribución coloca en la esfera municipal la responsabilidad técnica, administrativa y de control sobre las operaciones y la calidad del servicio (Ley Orgánica de Municipalidades, 2012).

Operativamente, el servicio se clasifica en actividades diferenciadas que requieren gestión especializada: (a) barrido de vías y espacios públicos; (b) recolección domiciliaria y generadores especiales; (c) transporte y transferencia; (d) procesos de valorización y reciclaje; y (e) disposición final (Ministerio del Ambiente, 2024). Cada bloque operativo demanda recursos humanos, equipos, rutas optimizadas, sistemas de información y procedimientos técnicos que permitan medir la eficiencia y la cobertura del servicio (MINAM, 2017).

A nivel municipal también es imprescindible integrar la planificación local con el marco nacional de gestión integral de residuos. El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES 2016–2024) y su normativa asociada establecen directrices técnicas y metas que los gobiernos locales deben incorporar en sus planes y ordenanzas municipales, por ejemplo, en la programación de rutas, puntos de transferencia y puntos de reciclaje (MINAM, 2024). Esta articulación garantiza que las intervenciones locales respondan a estándares de salud ambiental y a criterios de sostenibilidad.

Otro aspecto central es la dimensión institucional y financiera: la prestación continua y de calidad del servicio depende de una asignación presupuestal adecuada, de una gestión contractual eficiente (cuando se externaliza el servicio) y de sistemas de monitoreo con indicadores operacionales (p. ej., cobertura, frecuencia, toneladas recolectadas por habitante, costo por tonelada). Estudios de gestión municipal muestran

que debilidades en planificación y presupuestación son causas recurrentes de deficiencias en los servicios de limpieza (Terán, 2024).

Finalmente, la participación ciudadana y la educación ambiental son componentes transversales. La gestión del servicio mejora cuando las municipalidades promueven la segregación en la fuente, campañas de sensibilización y canales de comunicación que permitan a la población reportar problemas y evaluar la calidad del servicio. Estas prácticas no solo reducen la generación de residuos sino que facilitan el trabajo operativo y potencian la sostenibilidad del sistema (Patrick et al., 1997).

2.2.2.1. Definición y alcance del servicio de limpieza pública

El servicio de limpieza pública comprende el conjunto de actividades técnicas y operativas destinadas a mantener limpios y saludables los espacios urbanos y periurbanos. Estas actividades integran desde el barrido y la recolección en la fuente hasta el transporte, el tratamiento, la valorización y la disposición final de los residuos generados por hogares, comercios e instituciones. Más que un conjunto de rutinas operativas, el servicio forma un sistema que articula personal, vehículos, infraestructura (puntos de transferencia, rellenos, plantas de valorización), reglamentación y participación ciudadana con el objetivo de proteger la salud pública y el ambiente (MINAM, 2020).

En el marco jurídico peruano, la responsabilidad recae principalmente en las municipalidades. Como lo establece el artículo 80 de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, las municipalidades provinciales *“organizan, regulan y controlan los servicios de limpieza pública, recolección y transporte y disposición final de residuos sólidos”* (Ley Orgánica de Municipalidades, 2003). Esa atribución define el alcance municipal: no sólo la prestación operativa directa, sino la regulación, el control de calidad, la planificación de rutas y la gestión contractual cuando las labores son tercerizadas.

Operativamente, el alcance del servicio varía según la escala territorial y las características urbanas: en centros urbanos densos se requieren rutas más frecuentes, mayor flota y sistemas de transferencia; en áreas periurbanas y rurales la logística cambia por dispersión poblacional y accesibilidad. El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES 2016–2024) enfatiza que la planificación local debe ser congruente con metas nacionales de reducción, valorización y disposición ambientalmente adecuada, y que los planes municipales son el instrumento para adaptar esas metas al contexto local (MINAM, 2024).

Además del componente técnico, el alcance incluye responsabilidades administrativas y sociales: presupuestación y sostenibilidad financiera del servicio, contratación y supervisión de operadores, implementación de programas de segregación en la fuente, educación ambiental y canales de atención ciudadana. La Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública (MINAM, 2017), detalla las operaciones mínimas que deben considerarse en un plan municipal: definición de rutas, frecuencias de recolección, necesidades de infraestructura, indicadores operacionales y protocolos de seguridad y salud ocupacional.

A nivel de gestión y evaluación, estudios nacionales muestran que es necesario medir tanto variables operativas (toneladas recolectadas, cobertura, frecuencia, tiempo de desplazamiento, costo por tonelada) como indicadores de resultado y percepción (satisfacción ciudadana, incidencia de puntos críticos de acumulación). Por ejemplo, el informe de la Contraloría sobre la prestación del servicio a nivel nacional identifica determinantes de eficiencia que deben considerarse al dimensionar el alcance municipal (Rivera et al., 2020). Asimismo, investigaciones de campo en distritos peruanos evidencian que la definición clara del alcance qué incluye y qué no el servicio municipal influye directamente en la expectativa ciudadana y en la asignación presupuestaria (Roldan et al., n.d.).

En resumen, el servicio de limpieza pública abarca un rango técnico-operativo amplio (barrido, recolección, transporte, valorización y disposición), una responsabilidad normativa y de control por parte del municipio (según Ley N.º 27972) y una dimensión de planificación y gestión que debe integrarse con instrumentos nacionales (PLANRES) y con indicadores operativos que permitan evaluar cobertura, eficiencia y resultados sociales y ambientales.

2.2.2.2. Funciones de la municipalidad provincial en limpieza pública

Las municipalidades provinciales en el Perú tienen un rol central en la administración del servicio de limpieza pública, ya que la legislación nacional les asigna la responsabilidad exclusiva de organizar, normar y supervisar esta actividad. Según el artículo 80 de la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, las municipalidades provinciales son responsables de *“organizar, regular y controlar los servicios de limpieza pública, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos”* (Ley Orgánica de Municipalidades, 2003, art. 80).

Estas funciones no se limitan únicamente a la prestación operativa del servicio, sino que comprenden la planificación estratégica, la regulación de operadores, el control de la calidad del servicio, la disposición de infraestructura adecuada y la implementación de programas de sensibilización ambiental. Asimismo, deben garantizar que los servicios se presten bajo criterios de eficiencia, sostenibilidad y cobertura universal, conforme lo señala la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio del Ambiente, 2024).

Adicionalmente, la municipalidad provincial cumple un papel de articulador con los distritos que integran su jurisdicción, estableciendo lineamientos técnicos y coordinando acciones para la mejora continua. Estudios recientes destacan que, cuando estas funciones se ejecutan de manera integral, se logra mayor satisfacción ciudadana y reducción de impactos ambientales negativos (Gonzales, 2007).

2.2.2.3. Clasificación de actividades de limpieza pública

La administración de limpieza pública agrupa una serie de actividades diferenciadas pero interrelacionadas que, en conjunto, permiten el manejo integral de los residuos sólidos en el ámbito municipal. A continuación, se presenta una clasificación operativa, basada en la Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública (MINAM) y normativa nacional:

- a. Barrido y limpieza de vías y espacios públicos: tareas de barrido manual o mecanizado, recolección de residuos en aceras y áreas verdes como plazas, y mantenimiento de mobiliario urbano. Esta actividad reduce la presencia de residuos sueltos y puntos críticos en la vía pública (Ministerio del Ambiente, 2017).
- b. Recolección domiciliaria y comercial: recogida de residuos generados en hogares, comercios e instituciones, programada según rutas y frecuencias establecidas; puede incluir recolección selectiva en la fuente cuando exista segregación (Ministerio del Ambiente, 2024).
- c. Transporte y transferencia: traslado de desechos domiciliarios y comerciales desde puntos de recolección a estaciones de transferencia o centros de tratamiento; optimiza trayectos y reduce costos de transporte hacia la disposición final (Ministerio del Ambiente, 2020).
- d. Valorización y reciclaje: procesos que recuperan materiales aprovechables (reciclaje, compostaje, recuperación energética parcial), alineados con el principio de jerarquía de residuos y la minimización en origen (Ministerio del Ambiente, 2017).

- e. Tratamiento de residuos especiales y peligrosos: manejo diferenciado de residuos con características peligrosas o especiales (residuos de salud, aceites, residuos industriales domiciliarios), que requieren procedimientos, infraestructura y trazabilidad específicos (Ministerio del Ambiente, 2017).
- f. Disposición final ambientalmente adecuada: operaciones en rellenos sanitarios o sitios controlados diseñados según normativa técnica, pensadas como última alternativa cuando no es posible la valorización (Ministerio del Ambiente, 2024).
- g. Gestión de puntos críticos y limpieza especial: acciones reactivas y preventivas para atender focos de acumulación (microvertederos), limpiezas post-evento (ferias, festividades) y mantenimiento de áreas de alto tránsito (tesis y estudios locales).
- h. Educación, comunicación y participación ciudadana: programas de sensibilización, segregación en la fuente y canales de reporte que facilitan la correcta generación y separación de residuos; acción clave para mejorar la efectividad de las operaciones anteriores (Ministerio del Ambiente, 2024).
- i. Control, fiscalización y supervisión: inspecciones, monitoreo de indicadores operacionales (cobertura, frecuencia, toneladas recolectadas, costo por tonelada) y aplicación de sanciones o medidas correctivas según la normativa municipal y nacional (Rivera et al., 2020).

2.2.2.4. Marco legal y normativo aplicable en el Perú

El marco legal que regula la gestión y prestación del servicio de limpieza pública a nivel nacional está compuesto por normas nacionales que definen competencias, principios y obligaciones para el manejo integral de residuos sólidos. Entre las normas primordiales destacan:

- Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, que asigna a las municipalidades provinciales la responsabilidad de *“organizar, regular y controlar los servicios de limpieza pública, recolección y transporte y disposición final de residuos sólidos”*. Esta disposición establece la competencia municipal y el deber de regular y supervisar el servicio.
- Ley N.º 27314 — Ley General de Residuos Sólidos, que fija los principios rectores (minimización, prevención, protección de la salud y el ambiente) y el ámbito de aplicación de la gestión de residuos, desde la generación hasta la disposición final. Esta ley sienta las bases para la responsabilidad compartida y la jerarquía de manejo de residuos.

- Decreto Legislativo N.º 1278 y su Reglamento, que actualizan y precisan obligaciones, instrumentos y mecanismos operativos para la gestión integral de residuos (incluye requisitos para valorización, manejo de residuos peligrosos y registro de información – SIGERSOL). Estas disposiciones detallan obligaciones técnicas y administrativas aplicables a municipalidades y operadores.
- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANRES 2016–2024), instrumento de política pública que orienta las metas nacionales (reducción, valorización y disposición final ambientalmente adecuada) y que obliga a articular planes municipales con metas sectoriales.
- Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública (RM N.º 461-2018-MINAM), que aporta criterios técnicos y operativos mínimos que las municipalidades deben considerar al diseñar y supervisar los servicios (definición de operaciones, rutas, frecuencias, contratación y monitoreo operativo).

2.2.3. Indicadores de gestión y evaluación operativa

La evaluación de la gestión pública requiere instrumentos objetivos que permitan medir el desempeño de las entidades. En este sentido, los indicadores de gestión y evaluación operativa constituyen parámetros esenciales para garantizar la eficiencia, eficacia y sostenibilidad de los servicios municipales. De acuerdo con Chiavenato (2017), los indicadores permiten traducir los resultados en información concreta, facilitando la identificación de logros y debilidades. Su aplicación en la limpieza pública resulta indispensable, ya que este servicio involucra recursos humanos, técnicos y financieros, así como la satisfacción de la población.

2.2.3.1. Tipos de indicadores

Los indicadores más relevantes en la gestión operativa son:

- Eficiencia: mide la capacidad de alcanzar resultados utilizando los menores recursos posibles. En limpieza pública, implica optimizar el número de rutas y el uso de combustible en la recolección de residuos (Robbins et al., 2018).
- Eficacia: se refiere al grado de cumplimiento de los objetivos propuestos. Un servicio es eficaz cuando logra cubrir el 100% de los sectores asignados y cumple con los horarios establecidos (Koontz et al., 2016).

- Economía: está vinculada con el uso racional de los recursos financieros y materiales. En este caso, significa contratar personal y adquirir equipos al menor costo posible, sin comprometer la calidad del servicio (Aragón, 2017).
- Calidad: va más allá de la cobertura, ya que considera la satisfacción del ciudadano respecto al servicio. La calidad se refleja en la puntualidad de los camiones, la limpieza de calles y la reducción de quejas de la población (ISO, 2015).
- Productividad: expresa la relación entre insumos y resultados, midiendo el volumen total de residuos recogidos en comparación con el personal y vehículos disponibles (Drucker, 2016).

La aplicación conjunta de estos indicadores permite a los municipios tomar decisiones integrales, equilibrando la eficiencia técnica con la percepción ciudadana.

2.2.3.2. Indicadores operacionales aplicados al servicio de limpieza pública

La gestión de limpieza pública requiere indicadores específicos que traduzcan la operación diaria en cifras evaluables. Según Muñoz (2019), estos indicadores ofrecen un marco para identificar brechas de cobertura, uso de recursos y percepción social. Entre los principales se encuentran:

- Cobertura del servicio: porcentaje de la población efectivamente atendida en relación con el total de habitantes de la jurisdicción. Una cobertura incompleta genera impactos ambientales y sociales negativos.
- Frecuencia de recolección: periodicidad con la que se recoge la basura, diferenciando áreas urbanas, comerciales y rurales. Una frecuencia insuficiente incrementa el riesgo sanitario.
- Tasa per cápita de residuos recolectados: cantidad de kilogramos de residuos recogidos por habitante al día, indicador útil para estimar patrones de generación y necesidades logísticas (Pérez, 2020).
- Disponibilidad de equipamiento: número de camiones y contenedores en operación frente al total planificado, lo cual permite medir la capacidad instalada real.
- Satisfacción ciudadana: percepción de los usuarios respecto a puntualidad, cobertura y limpieza de los espacios públicos. Este indicador refleja la legitimidad social del servicio (Vargas, 2021).

El uso de estos indicadores fortalece el proceso de planificación y control, brindando información que orienta decisiones estratégicas. Además, promueve la

transparencia y la rendición de cuentas en el ámbito municipal, garantizando un servicio de limpieza pública más eficiente y sostenible.

2.2.4. Diagnóstico del servicio de limpieza pública

El diagnóstico del servicio de limpieza pública consiste en evaluar la situación actual del servicio en ámbitos operativos, administrativos, financieros y de percepción ciudadana, identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. A continuación, se presentan algunos hallazgos claves, extraídos de estudios en distritos y provincias del Perú:

- En la Municipalidad Provincial de Carabaya — Macusani, una investigación de 2023 reportó problemas logísticos asociados al recojo y traslado de residuos sólidos, infraestructura limitada, falta de camiones compactadores suficientes, y percepción ciudadana negativa en dimensiones como capacidad de respuesta y fiabilidad (Alarcón, 2023).
- En el distrito del Callao, la población valoró la prestación de aseo público como “regular” o “malo” en barrido y recolección, aun cuando exista un programa de segregación en la fuente. Esta brecha entre lo normado (o lo planeado) y lo realmente implementado es uno de los principales retos (Municipalidad Distrital Independencia, 2020).
- En Molina, en el Diagnóstico de Brechas MDLM-2024-I, se identificó que zonas alejadas del centro tienen un servicio de limpieza pública insuficiente, que no llega o llega con frecuencia baja, lo cual provoca acumulaciones de residuos y molestias ciudadanas (Municipalidad Distrital de Marcona, 2023).

2.2.4.1. Conceptos y etapas del diagnóstico organizacional

El diagnóstico organizacional es el proceso mediante el cual se identifica la situación real de una organización en un momento determinado, analizando sus estructuras, procesos, cultura, recursos y desempeño, con el propósito de detectar problemas, debilidades y oportunidades de mejora (Correa, 2021).

Este diagnóstico no es un fin en sí mismo, sino un punto de partida para establecer acciones estratégicas que permitan optimizar los procesos operativos, mejorar la gestión interna y fortalecer la capacidad institucional. Se fundamenta en principios tales como la objetividad, la participación, la sistematicidad, la continuidad y la relevancia para los objetivos organizacionales.

Las etapas del diagnóstico organizacional suelen seguir una secuencia lógica que permite una evaluación integral y estructurada. Según Correa (2021), estas etapas son:

- Recolección de información: Uso de fuentes primarias (entrevistas, encuestas, observación) y secundarias (documentos institucionales, informes).
- Procesamiento u organización de la información: Clasificación, codificación o agrupamiento de los datos recolectados; construcción de matrices de análisis.
- Análisis e interpretación: Comparación de la situación actual frente a estándares internos, normativos o buenas prácticas; identificación de brechas y priorización de problemas.
- Formulación de conclusiones y recomendaciones: Con base en el análisis, desarrollar propuestas de mejora, planes de acción y seguimiento.

2.2.4.2. Identificación de brechas y problemas recurrentes en municipios

Al revisar diagnósticos recientes de la gestión de limpieza pública en diversas municipalidades peruanas, se identifican varias brechas y problemas que se repiten de forma constante MINAM, (2020):

- Cobertura incompleta: muchas zonas urbanas periurbanas no son atendidas correctamente por barrido, recolección o disposición. Ejemplo: en el distrito del Callao se reporta que un alto porcentaje de población no está satisfecha con la frecuencia ni calidad del servicio de aseo público.
- Equipamiento insuficiente o deteriorado: falta de unidades móviles adecuadas, deterioro de contenedores y maquinaria en mal estado.
- Gestión financiera débil: baja recaudación de arbitrios municipales o pagos insuficientes, lo que perjudica presupuesto para operación y mantenimiento.
- Débil supervisión y control: ausencia de seguimiento técnico, registro de rutas o monitoreo formal, lo que provoca discrepancias entre lo planificado y lo realmente ejecutado.
- Percepción ciudadana negativa: la población suele evaluar el servicio como “regular” o “malo”, mencionando barrido insuficiente, latas llenas, residuos en esquinas, irregularidades en horarios de recolección, etc.
- Limitaciones geográficas y de infraestructura: zonas alejadas, difícil acceso, falta de puntos de transferencia o rellenos sanitarios autorizados.

2.2.4.3. Experiencias en diagnósticos municipales en Perú y Latinoamérica

En Perú y en otros países de la región, los diagnósticos municipales sobre la gestión de residuos suelen mostrar patrones similares: brechas en cobertura y frecuencia, limitaciones en infraestructura (puntos de transferencia y rellenos), flota insuficiente, debilidades financieras y baja valorización de residuos. Estos diagnósticos han servido para priorizar inversiones, rediseñar rutas, impulsar programas de segregación y fortalecer capacidades técnicas locales.

A nivel nacional, estudios comparativos y diagnósticos por distrito han permitido identificar soluciones prácticas que se replican: optimización de rutas mediante análisis de cobertura, creación de puntos de transferencia para reducir costos de transporte, campañas de educación ambiental para aumentar la segregación en la fuente, y acuerdos público–privados para modernizar la flota. Estas medidas se documentan en informes regionales y en guías técnicas que consolidan buenas prácticas aplicables a municipios de distinto tamaño (Rodríguez, 2018).

En ciudades latinoamericanas líderes en gestión (por ejemplo, experiencias documentadas en Bogotá y en ciudades del sur de Brasil) los diagnósticos combinan análisis técnico-operativo con evaluación financiero-institucional y variables de percepción ciudadana. Los resultados apuntan a que la sostenibilidad del servicio depende tanto de mejoras técnicas como de modelos de financiamiento y participación ciudadana (Sepúlveda, 2016).

Finalmente, los informes regionales muestran que los diagnósticos municipales bien realizados proporcionan una hoja de ruta clara: priorizar reducción en la fuente, aumentar la recuperación de materiales, mejorar infraestructuras críticas y establecer sistemas de monitoreo con indicadores operacionales. Estas orientaciones son esenciales para diseñar propuestas de indicadores operacionales, que respondan a realidades locales y permitan medir mejoras en la gestión (Silpa et al., 2018).

2.2.5. Propuesta de indicadores operacionales en gestión de limpieza pública

A continuación, se propone un conjunto de indicadores operacionales pensados para medir rendimiento, cobertura, eficiencia y percepción del servicio de limpieza pública a nivel municipal. Son medibles, aplicables con datos rutinarios y compatibles con estándares internacionales.

2.2.5.1. Justificación de la propuesta

La propuesta de indicadores operacionales en la administración de limpieza pública se justifica porque permite medir objetivamente la eficiencia, cobertura y sostenibilidad del

servicio, aspectos que son esenciales para garantizar la calidad saludable para la población y el cumplimiento de las competencias municipales.

En el Perú, la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, asigna a las municipalidades provinciales la responsabilidad de organizar, regular y supervisar los servicios de limpieza pública y disposición de residuos sólidos, lo que exige mecanismos de evaluación y control que trasciendan la simple ejecución operativa (Ley Orgánica de Municipalidades, 2003).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la medición mediante indicadores facilita la comparación entre municipalidades, visibilizando brechas en cobertura y eficiencia. Esto contribuye a identificar áreas críticas y priorizar la inversión pública (INEI, 2022)

Asimismo, el Banco Mundial (Silpa et al., 2018) sostiene que el diseño de indicadores es una herramienta estratégica para mejorar la gobernanza municipal, dado que permite estandarizar el monitoreo, evaluar desempeño y orientar las políticas locales hacia la sostenibilidad ambiental y financiera.

La Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2017) también respalda la necesidad de contar con indicadores claros y verificables, ya que estos son fundamentales para evaluar la efectividad de las acciones de higiene pública y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en especial el ODS 11.6.1 sobre la reducción del impacto ambiental de las ciudades (Ministerio de Educación, 2011).

En síntesis, la propuesta de indicadores operacionales no solo responde a un mandato legal y técnico, sino que también se constituye en una herramienta práctica de gestión municipal que posibilita la mejora continua, la transparencia en la administración de recursos y el fortalecimiento de la confianza ciudadana en los servicios de limpieza pública (Waste et al., 2025).

2.2.5.2. Factores de éxito en la implementación

La implementación exitosa de indicadores en la gestión de limpieza pública depende de factores claves como la planificación estratégica municipal, la participación ciudadana y el uso eficiente de recursos financieros y tecnológicos. Asimismo, es fundamental la capacitación continua del personal y la existencia de un marco normativo claro que oriente las acciones de monitoreo y evaluación (Tello et al., 2011).

En estudios realizados en municipios latinoamericanos se ha demostrado que la incorporación de indicadores de desempeño mejora la eficiencia operativa cuando se articulan con sistemas de información geográfica y metodologías de control interno

(Municipalidad de San Jeronimo, 2008). De esta manera, el éxito no solo depende de la disponibilidad de herramientas técnicas, sino también de la voluntad política y compromiso institucional para sostener los procesos en el tiempo.

2.2.6. Validación de la propuesta a través de expertos

La validación de propuestas en el ámbito de la administración pública se realiza generalmente mediante el juicio de expertos, técnica que permite contrastar la pertinencia, coherencia y viabilidad de un modelo, instrumento o conjunto de indicadores. Este procedimiento consiste en la consulta a profesionales con experiencia reconocida en el área de estudio, quienes emiten opiniones fundamentadas respecto a la claridad, relevancia y aplicabilidad de la propuesta (Martínez, 2018).

En el caso de los indicadores para la gestión de limpieza pública, la validación por expertos garantiza que estos se ajusten al marco normativo nacional, a las condiciones locales y a los objetivos de sostenibilidad municipal. Según lo señalado por Cárdenas (2020), este proceso fortalece la legitimidad del trabajo investigativo, además de aportar recomendaciones técnicas que optimizan la implementación final.

2.2.6.1. Concepto de validez y confiabilidad en la investigación aplicada

En la investigación aplicada, la validez se entiende como el grado en que un instrumento mide efectivamente lo que pretende medir, garantizando la pertinencia y precisión de los resultados (Hernández et al., 2014). Por su parte, la confiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad de las mediciones, es decir, la capacidad de un instrumento de generar resultados similares bajo condiciones equivalentes (Toro et al., 2019).

Ambos conceptos son fundamentales porque aseguran que los hallazgos obtenidos sean científicamente sólidos, además de permitir que los resultados puedan ser utilizados en la toma de decisiones y replicados en contextos similares (Salazar, 2021).

2.2.6.2. Importancia de la percepción de los expertos en gestión pública

La percepción de los expertos constituye un elemento clave en la gestión pública, ya que permite contrastar propuestas con la experiencia práctica y académica de profesionales del sector. Su valoración asegura que los modelos de gestión no solo sean técnicamente viables, sino también aplicables en contextos reales de la administración municipal (Quispe, 2020). Además, la opinión experta contribuye a reducir el margen de error en la formulación de políticas y fortalece la legitimidad de los procesos de validación (Pérez et al., 2019).

2.2.6.3. Estudios similares con validación experta en gestión de residuos sólidos

Diversas investigaciones a nivel nacional y Latinoamérica han utilizado la validación experta para fortalecer sus propuestas en la administración de residuos sólidos. Por ejemplo, en una tesis desarrollada en la Universidad Nacional del Altiplano, se empleó la técnica de juicio de expertos para validar indicadores de gestión de limpieza pública, garantizando su pertinencia en el contexto municipal (Mamani, 2021). De manera similar, un estudio en Colombia aplicó la validación experta para evaluar programas de gestión de residuos urbanos, confirmando la utilidad de este proceso en la implementación de políticas locales (Gómez et al., 2020).

Estos antecedentes demuestran que la participación de expertos se convierte en un factor determinante para asegurar la aplicabilidad y sostenibilidad de los modelos propuestos en gestión ambiental.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Gestión de residuos sólidos

Conjunto de actividades de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental (Decreto Legislativo N° 1278, 2016).

2.3.2. Indicadores operacionales

Herramientas de medición que permiten evaluar el desempeño de un proceso o servicio, identificando áreas de mejora (Sanchez et al., 2019).

2.3.3. Recolección de residuos

Actividad que consiste en recoger los residuos generados por la población para su tratamiento o disposición final (Gamarra et al., 2020).

2.3.4. Frecuencia de recolección

Número de veces que se realiza la recolección de residuos en un periodo determinado, generalmente semanal o diario (Vargas, 2021).

2.3.5. Cobertura del servicio

Proporción de habitantes atendidos por el servicio municipal de recolección de residuos sólidos en un área específica. (León et al., 2018).

2.3.6. Percepción ciudadana

Opinión o evaluación que los ciudadanos tienen sobre la calidad y eficiencia del servicio público que reciben (Delgado, 2020).

2.3.7. Participación ciudadana

Participación directa de la población en acciones vinculadas al manejo de residuos, incluyendo la clasificación en origen y las prácticas de reciclaje. (García, 2019).

2.3.8. Satisfacción ciudadana

Grado en que las expectativas de los ciudadanos sobre la calidad del servicio público son cumplidas (Gonzalez, 2007).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

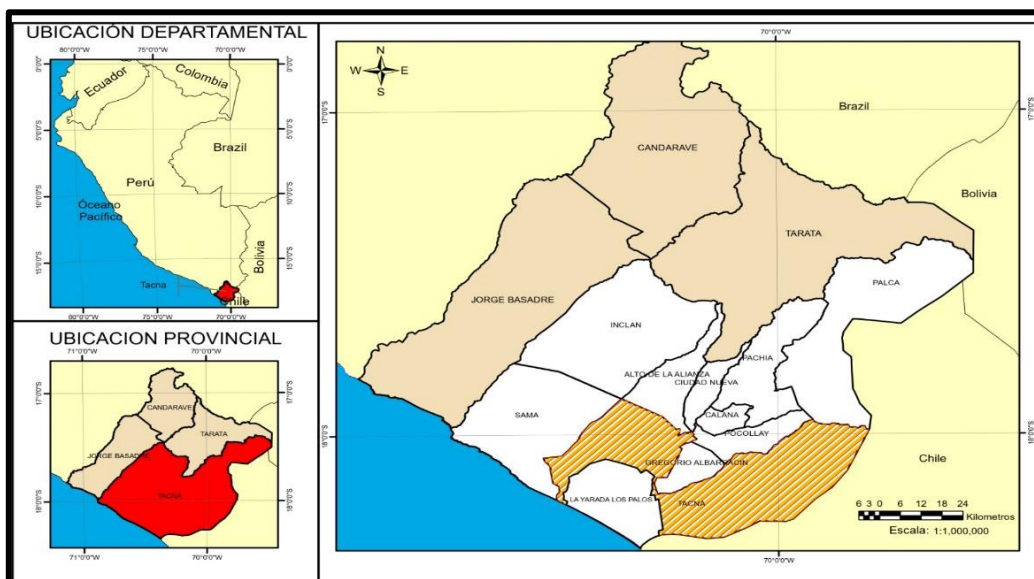
La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se orienta a resolver un problema práctico relacionado con la mejora de la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna. Para ello, se plantea una propuesta de evaluación de indicadores operacionales que permita registrar, procesar, medir y analizar el desempeño de los componentes del servicio municipal.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque emplea datos numéricos provenientes de registros operativos, partes diarios, reportes de rutas, información de personal, consumo de insumos, toneladas recolectadas, kilómetros recorridos y horas de trabajo. Estos datos permiten calcular indicadores de cobertura, eficiencia, productividad, rendimiento operativo y uso de recursos.

El nivel de investigación es descriptivo, ya que se analiza el estado actual del servicio de limpieza pública sin manipular las variables de estudio. A partir de este análisis se identifican las condiciones operativas existentes y las brechas que justifican la formulación de una propuesta de mejora.

El diseño de investigación es no experimental y de corte transversal. Es no experimental porque las variables se observan tal como se presentan en la realidad institucional, sin intervención directa sobre los procesos municipales. Es transversal porque la información se analiza en un periodo determinado, correspondiente a los registros operativos disponibles del servicio de limpieza pública durante los años 2023–2024.

El ámbito espacial del estudio corresponde al distrito de Tacna, perteneciente a la provincia y departamento de Tacna. El distrito se encuentra ubicado en el valle del río Caplina, a una altitud aproximada de 562 m.s.n.m. La Figura 1 muestra la localización del distrito de Tacna, lo cual permite contextualizar territorialmente el área donde se desarrolla el servicio de limpieza pública evaluado.

Figura 1*Localización del distrito de Tacna*

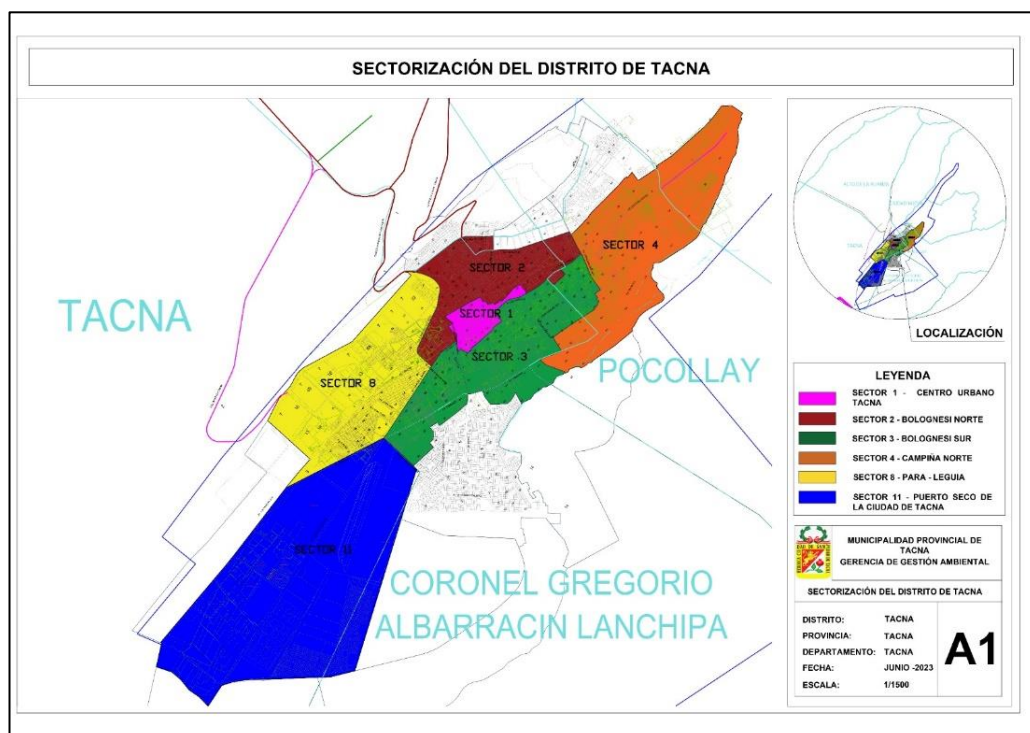
Nota. Plan de almacenamiento público, barrido y recolección de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna provincia de Tacna, región de Tacna (2024).

El distrito de Tacna presenta límites territoriales definidos: al noroeste limita con los distritos de Sama, Inclán y Alto de la Alianza; al sudeste, con el distrito de Gregorio Albarracín y la República de Chile; al suroeste, con el distrito de La Yarada-Los Palos y el océano Pacífico; y al noreste, con los distritos de Pocollay y Palca. Esta delimitación resulta relevante porque permite ubicar el ámbito de intervención del servicio y comprender las condiciones territoriales que influyen en la planificación de rutas, cobertura y frecuencia de atención.

Para efectos del análisis operativo, se consideró la sectorización urbana del distrito de Tacna, establecida en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Tacna 2015–2025. Esta división en seis sectores permite ordenar el área de intervención municipal, identificar zonas atendidas por el servicio y facilitar la evaluación de los componentes de barrido, recolección, recolección selectiva y disposición final. La Figura 2 presenta el plano de sectorización utilizado como referencia para delimitar espacialmente el análisis.

Figura 2

Plano de sectorización del distrito de Tacna



Nota. Plan de almacenamiento público, barrido y recolección de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna provincia de Tacna, región de Tacna (2023).

3.2. Acciones y actividades

El desarrollo metodológico de la investigación se organizó en etapas consecutivas, con la finalidad de diagnosticar el servicio actual, identificar las variables operativas, seleccionar los indicadores, aplicar las ecuaciones de evaluación y formular una herramienta de mejora basada en formatos automatizados en Microsoft Excel.

La secuencia metodológica se representa en la Figura 3, donde se muestra el flujo general de actividades desarrolladas para la evaluación de indicadores operacionales del servicio de limpieza pública. Este diagrama permite visualizar la relación entre el diagnóstico inicial, la identificación de indicadores, la evaluación técnica, la propuesta de mejora y la validación de la metodología.

Figura 3

Diagrama de flujo de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales



La primera actividad consistió en el análisis del servicio actual de limpieza pública. Para ello, se revisó información documentaria proporcionada por la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad de la Municipalidad Provincial de Tacna. La información analizada incluyó partes operativos, informes mensuales, registros de rutas, consumo de recursos, personal asignado, características de la flota vehicular, registros de recolección selectiva y reportes de disposición final.

La segunda actividad correspondió a la identificación de las variables operacionales asociadas a cada componente del servicio. En el servicio de barrido de calles se consideraron variables como longitud de calles barridas, área de plazas atendidas, cantidad de barredores efectivos, horas pagadas, días efectivos trabajados, consumo de bolsas y consumo de escobas.

La Tabla 1 presenta las variables correspondientes al servicio de barrido de calles, las cuales permiten evaluar la cobertura, productividad del personal y consumo de insumos utilizados en esta actividad.

Tabla 1*Variables de los indicadores operacionales en el servicio de barrido*

N.º	Variable	Medida
1	Área total de plazas barridas al mes	m ² barridos/mes
2	Cantidad de barredores efectivos al mes	Nº barredores/mes
3	Cantidad de horas pagadas al mes	Nº horas pagadas/mes
4	Consumo total de bolsas al mes	Nº bolsas/mes
5	Consumo total de escobas al mes	Nº escobas/mes
6	Días efectivos trabajados al mes	Nº días trabajados/mes
7	Longitud de calles barridas al mes	km barridos/mes
8	Longitud total de calles barridas	Total km barridos
9	Longitud total de calles del área donde se presta el servicio	Total km de calles

Nota. Adaptado de Guía metodológica para la medición de los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública, por el Ministerio del Ambiente (MINAM), 2015, Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Sitio web <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/422.pdf>

En el servicio de recolección convencional se consideraron variables como cantidad de residuos recolectados, cantidad de ayudantes efectivos, vehículos programados, viajes realizados, sectores atendidos, kilómetros recorridos, horas trabajadas, población servida, población total y tiempo de recolección.

La Tabla 2 muestra las variables del servicio de recolección convencional de residuos sólidos municipales. Estas variables permiten medir la cobertura poblacional, rendimiento de la flota vehicular, productividad del personal, número de viajes, kilómetros recorridos y cantidad de residuos recolectados.

Tabla 2*Variables de los indicadores operacionales en el servicio de recolección*

N.º	Variable	Medida
1	Cantidad de ayudantes efectivos al mes	nº ayudantes/mes
2	Cantidad de jornadas trabajadas por los ayudantes al mes	nº jornadas trab./ ayud./mes
3	Cantidad de residuos recolectados al mes	t recolectadas/mes
4	Cantidad de sectores	nº sectores
5	Cantidad de vehículos programados	nº vehículos programados
6	Cantidad de viajes realizados al mes	nº viajes/mes
7	Cantidad total de horas trabajadas al mes	horas pagadas/mes
8	Días efectivos de trabajo al mes	nº días trabajados /mes
9	Longitud recorrida en los sectores al mes	km recorridos / sectores / mes
10	Longitud total recorrida por los vehículos al mes	Total km recorridos / vehículos/mes
11	Población urbana servida	nº de habitantes servidos
12	Población urbana total	nº de habitantes
13	Tiempo de recolección al mes	Horas de recolección/mes

Nota. Adaptado de Guía metodológica para la medición de los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública, por el Ministerio del Ambiente (MINAM), 2015, Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Sitio web <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/422.pdf>

En el servicio de recolección selectiva se consideraron variables como residuos reciclables recolectados, residuos totales recolectados y residuos recuperados.

La Tabla 3 presenta las variables utilizadas para evaluar el servicio de recolección selectiva. Estas variables permiten determinar el porcentaje de residuos desviados de la disposición final, el rendimiento de la recolección selectiva y la cantidad de residuos efectivamente recuperados.

Tabla 3

Variables de los indicadores operacionales en el servicio de recolección selectiva

N.º	Variable	Medida
1	Cantidad de residuos reciclables recolectadas al mes	t reciclables recolectados/mes
2	Cantidad de residuos recolectadas al mes	t recolectadas/mes
3	Cantidad de residuos recuperados al mes	t recuperadas/mes

Nota. Adaptado de Guía metodológica para la medición de los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública, por el Ministerio del Ambiente (MINAM), 2015, Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Sitio web <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/422.pdf>

En el componente de disposición final se consideraron variables como residuos dispuestos, capacidad operativa, volumen ocupado y horas máquina empleadas.

La Tabla 4 contiene las variables correspondientes al servicio de disposición final. Estas variables permiten evaluar la cantidad de residuos dispuestos y el uso de maquinaria empleada durante la operación.

Tabla 4

Variables de los indicadores operacionales en el servicio de disposición final

N.º	Variable	Medida
1	Cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario al mes	t dispuestas/mes
2	Cantidad de horas maquinas empleadas al mes	Horas maquina empleadas/mes

Nota. Adaptado de Guía metodológica para la medición de los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública, por el Ministerio del Ambiente (MINAM), 2015, Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Sitio web <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/422.pdf>

La tercera actividad consistió en la selección y evaluación de indicadores operacionales. Estos indicadores fueron adaptados de la metodología del Ministerio del Ambiente y se organizaron según cada componente del servicio. Su finalidad fue medir el desempeño municipal en términos de cobertura, eficiencia, productividad, consumo de recursos y cumplimiento operativo.

La cuarta actividad fue el diseño de la propuesta de mejora. Para ello, se elaboró un modelo de evaluación en Microsoft Excel, estructurado en hojas de registro, fórmulas automatizadas, reportes mensuales, reportes anuales, gráficos de seguimiento y matrices de evaluación. Esta herramienta permite registrar información operativa de manera estandarizada y obtener resultados automáticos para apoyar la toma de decisiones.

La quinta actividad correspondió a la validación de la propuesta mediante juicio de expertos. Para ello, se aplicó un cuestionario estructurado a especialistas vinculados con la gestión ambiental municipal y el servicio de limpieza pública, con el propósito de evaluar la pertinencia, claridad, coherencia y aplicabilidad de la propuesta metodológica.

3.3. Materiales y/o instrumentos

Se emplearán los siguientes instrumentos para la recolección y análisis de datos:

- Fichas de inspección de campo
- Registros fotográficos
- Matrices de evaluación de indicadores
- Hojas de cálculo en Microsoft Excel
- Registro administrativos oficiales proporcionados por la Municipalidad

3.4. Población y/o muestra

3.4.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por el sistema del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna, el cual comprende las actividades de:

- Barrido de calles
- Recolección de residuos sólidos
- Recolección selectiva de residuos sólidos
- Transporte disposición final

Estas actividades se desarrollan en los seis (6) sectores urbanos del distrito de Tacna, según el Plan de Desarrollo Urbano vigente, constituyendo el ámbito territorial de intervención del estudio durante el periodo 2023–2024.

Asimismo, como población beneficiaria se considera a los habitantes del distrito de Tacna, que según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 ascienden a 92 972 habitantes, proyectándose aproximadamente 103 080 habitantes para el año 2025.

3.4.2. Muestra

La investigación es de tipo aplicada y con enfoque propositivo, por lo que se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando las áreas directamente relacionadas con los objetivos del estudio.

La muestra estuvo constituida por la totalidad de los componentes operativos del servicio de limpieza pública correspondientes al periodo 2023–2024, incluyendo:

- Servicio de barrido de calles
- Servicios de recolección de residuos sólidos municipales
- Servicios de recolección selectiva de residuos sólidos municipales
- Servicios de disposición final

Las unidades de análisis estuvieron conformadas por los registros operativos diarios y mensuales, fichas de control, matrices de seguimiento e informes técnicos proporcionados por la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad.

Dado que se trabajó con la totalidad de los componentes operativos disponibles en el periodo de estudio, no fue necesaria la aplicación de fórmula de determinación muestral.

3.5. Operaciones de variables

La investigación consideró como variable independiente a los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública, aplicados a los componentes de barrido de calles, recolección convencional, recolección selectiva y disposición final.

La variable dependiente fue la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna, evaluada a partir de la cobertura, eficiencia, productividad, consumo de recursos, cumplimiento operativo y capacidad de control del servicio.

La operacionalización de variables permitió relacionar cada componente del servicio con sus dimensiones, indicadores, escalas de medición y técnicas de análisis. Esta organización facilitó el cálculo de los indicadores mediante las ecuaciones planteadas y permitió estructurar la propuesta de evaluación operacional.

Tabla 5

Operacionalización de las variables en los servicios de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna

Variable	Servicio	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Gestión del servicio de limpieza pública	Barrido	Eficiencia operativa	Cobertura del barrido de calles (%)	Revisión documental	Reportes municipales, Excel
			km lineales barridos/barredor/día	Observación y cálculo	Ficha de inspección, Excel
			m² barridos/barredor/día (plazas)	Observación y cálculo	Ficha de inspección, Excel
		Consumo de recursos	Consumo de bolsas/barredor/día	Revisión documental	Almacén municipal, Excel
			Consumo de bolsas/km barrido	Revisión documental	Registros municipales, Excel
			Consumo de escobas/km barrido	Revisión documental	Almacén municipal, Excel
		Productividad laboral	km barridos/horas pagadas	Revisión documental	Reportes de personal, Excel
		Calidad del servicio	Cumplimiento de rangos de referencia	Observación directa	Registro fotográfico, Excel
	Recolección	Eficiencia operativa	Cobertura de recolección (%)	Revisión documental	Reportes municipales, Excel
			Toneladas recolectadas/horas pagadas	Revisión documental	Reportes de personal, Excel
			Toneladas/vehículo programado/día	Revisión documental	Registro de flota, Excel
		Productividad laboral	Toneladas/ayudante/día	Observación y cálculo	Reportes de personal, Excel
			Toneladas/sector/día	Revisión documental	Registros operativos, Excel
		Logística	Ayudantes/vehículo programado/día	Observación directa	Fichas de campo, Excel
			Toneladas/viaje	Revisión documental	Reportes de recolección, Excel
		Consumo de recursos	km recorridos/sector y total km recorridos	Observación y cálculo	GPS vehicular, Excel
		Calidad del servicio	Cumplimiento de horarios y rutas	Observación directa	Registro fotográfico, Excel
	Recolección selectiva	Eficiencia operativa	% de desvío de residuos	Observación y cálculo	Reportes municipales, Excel
			Rendimiento de recolección selectiva mensual (%)	Revisión documental	Reportes de reciclaje, Excel
			Rendimiento efectivo de recolección selectiva (%)	Revisión documental	Registros operativos, Excel
		Valorización	Rendimiento de compost por tonelada de residuo (%)	Observación directa	Fichas de campo, Excel
		Calidad del servicio	Cumplimiento de rangos de referencia	Observación y cálculo	Excel, registros municipales
	Disposición final	Cobertura del servicio	Cobertura de disposición final (%)	Revisión documental	Reportes municipales, Excel
		Eficiencia operativa	Relación capacidad neta/volumen recibido	Revisión documental	Registros del relleno, Excel
			Toneladas recibidas/horas máquina	Observación y cálculo	Reportes de maquinaria, Excel
		Calidad del servicio	Cumplimiento de rangos de referencia	Observación directa	Excel, registros

a partir de los indicadores operacionales de los servicios de limpieza pública

3.6. Operaciones de variables

3.6.1. Evaluación de los indicadores operacionales

A partir de las variables identificadas en las Tablas 1, 2, 3 y 4, se adaptaron las fórmulas y los rangos de evaluación establecidos por el MINAM (2015), correspondientes a cada componente del servicio de limpieza pública: barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final.

Estas fórmulas fueron elaboradas tomando como referencia la *Guía metodológica para la medición de los indicadores operacionales del servicio de limpieza pública* (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015).

3.6.1.1. Servicio de barrido

- Cobertura del barrido de calles (%)

$$\frac{\text{Longitud de calles barridas} \times 100}{\text{Longitud total de calles}} \quad (1)$$

Rango aceptable: **85 a 100%**

- Comparación de kilómetros barridos versus horas pagadas

$$\frac{\text{Longitud de calles barridas al mes (km)}}{\text{Cantidad de horas pagadas al mes}} \quad (2)$$

Rango aceptable: **10,14 a 0,16 km barridos/horas pagas**

- Consumo de bolsas/barredor/día

$$\frac{\text{Consumo total de bolsas al mes (nº de bolsas)}}{(\text{Cantidad de barredores efectivos}) \times (\text{días efectivos al mes})} \quad (3)$$

Rango aceptable: **7 a 9 bolsas/barredor/día** (bolsa de color negro de polietileno de baja densidad, de 120 litros de capacidad y 0,002" de espesor, servicio en calles pavimentadas).

- Consumo de bolsas/kilómetro barrido

$$\frac{\text{Consumo total de bolsas al mes (nº de bolsas)}}{\text{Longitud total de calles barridas al mes}} \quad (4)$$

Rango aceptable: **5 a 7 bolsas/kilómetro barrido** (bolsa de color negro de polietileno de baja densidad, de 120 litros de capacidad y 0,002" de espesor, servicio en calles pavimentadas).

- *Consumo de escobas/kilometro barrido*

$$\frac{\text{Consumo total de escobas al mes (n° de escobas)}}{\text{Longitud total de calles barridas al mes}} \quad (5)$$

Rango aceptable: **0,02 a 0,04 escobas/kilómetro barrido** (servicio en pistas pavimentadas, escobillón de fibra con base de madera).

- *km lineales barridos/barredor/día (calles)*

$$\frac{\text{Longitud de calles barridas al mes (km lineales)}}{(\text{Cantidad de barredores efectivos}) * (\text{días efectivos al mes})} \quad (6)$$

Rango aceptable: **1,3 a 1,5 km lineales/barredor/día** (acera + cuneta, pistas pavimentadas).

- *m² barridos/barredor/día (plazas)*

$$\frac{\text{Area total de plazas barridas al mes (m²)}}{(\text{Cantidad de barredores efectivos}) * (\text{días efectivos al mes})} \quad (7)$$

Rango aceptable: **2,500 a 3,500 m²/barredor/día** (pistas pavimentadas, precipitaciones pluviales limitadas a lloviznas esporádicas).

3.6.1.2. Servicio de recolección

- *Ayudante/vehículos programados/día*

$$\frac{\text{Total de jornadas trabajadas/ayudantes /mes}}{(\text{Cantidad de vehiculos programadas (ambos turnos)}) * (\text{días efectivos al mes})} \quad (8)$$

Rango aceptable: **3 ayudantes/vehículo programado/día**

- *Cobertura de recolección (%)*

$$\frac{\text{Poblacion urbana servida (habitantes)} * 100}{\text{Poblacion urbano total (incluye poblacion flotante)(habitantes)}} \quad (9)$$

Rango aceptable: **85 a 100%.**

- *Comparación de toneladas recolectadas versus horas pagadas*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectados al mes (t)}}{\text{Cantidad de horas pagadas al mes}} \quad (10)$$

Rango aceptable: **0,30 a 0,35.**

- *kg/kilómetro de sector*

$$\frac{\text{Cantidad de de residuos recolectadas al mes * 1.000 (kg)}}{\text{Longitud recorrida en los sectores al mes (km)}} \quad (11)$$

Rango aceptable: **500 a 600 kg/km de sector**

- *kg/kilómetro total recorrido*

$$\frac{\text{Cantidad de de residuos recolectadas al mes * 1.000 (kg)}}{\text{Longitud recorrida por los vehiculos al mes (km)}} \quad (12)$$

Rango aceptable: **100 a 150 kg/total km recorridos.**

- *Toneladas/ayudante/día*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectado al mes (t)}}{(\text{Cantidad de ayudantes efectivos al mes}) * (\text{días efectivos al mes})} \quad (13)$$

Rango aceptable: **4,5 a 5,0 t/ayudante/día** (método de vereda, compactadora de 14 m³, 2 viajes/día).

- *Toneladas/sector/día*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectado al mes (t)}}{(\text{Cantidad de sectores}) * (\text{días efectivos al mes})} \quad (14)$$

Rango aceptable: **12 a 14 t/sector/día** (área aprox. del sector: 0,7 km², 02 viajes por sector, compactadora de 14 m³ de capacidad).

- *Toneladas/tiempo total de recolección*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectado al mes (t)}}{\text{Tiempo total de recolección al mes (horas de recolección)}} \quad (15)$$

Rango aceptable: **2,3 a 2,6 t/hora de recolección** (pistas pavimentadas, método de vereda, 3 ayudantes, 10 km/hora velocidad promedio en la recolección).

- *Toneladas/vehículos programados/día*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectado al mes (t)}}{\text{Cantidad de vehiculos programados/2*(días efectivos al mes)}} \quad (16)$$

Rango aceptable: **26 a 30 t/vehíc. programado/día** (vehículo de 14 m³ de capacidad, 2 turnos/día, 2 viajes por turno).

- *Tonelada/viaje*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectado al mes (t)}}{\text{Cantidad de viajes realizados al mes}} \quad (17)$$

Rango aceptable: **6 a 7 t/viaje** (compactadora de 14 m³ de capacidad, con 3 ayudantes de recolección).

3.6.1.3. Servicio de recolección selectiva

- *Porcentaje de desvió de residuos*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectados al mes*100}}{\text{Cantidad de residuos reciclables recolectados al mes+cantidad de residuos recolectos}} \quad (18)$$

- *Rendimiento de la recolección selectiva mensual*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectados al mes*100}}{\text{Cantidad de residuos recolectos al mes}} \quad (19)$$

- *Rendimiento efectivo de la recolección selectiva*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recolectados al mes*100}}{\text{Cantidad de residuos reciclable recolectos al mes}} \quad (20)$$

- *Rendimiento de compost por tonelada de residuo*

$$\frac{\text{Cantidad de compost obtenido (t)*100}}{\text{Cantidad de residuos utilizados como materia prima (t)}} \quad (21)$$

Rango aceptable: **30 a 35% (en 3 meses).**

3.6.1.4. Servicio de disposición final

- *Cobertura del servicio de disposición final (%)*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario (t)} * 100}{\text{Cantidad de residuos recolectados (t)}} \quad (22)$$

Rango aceptable: **85 a 100%**.

- *Relación entre capacidad neta y volumen a ocupar en un relleno*

$$\frac{\text{Capacidad total que ocuparan los residuos (m}^3\text{)}}{\text{Volumen de residuos recibidos al día (} \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \text{)}} \quad (23)$$

- *Toneladas recibidas/horas máquina*

$$\frac{\text{Cantidad de residuos recibidos al mes en el relleno sanitario (t)}}{\text{Cantidad de horas maquinas total empleadas al mes (} \frac{\text{h}}{\text{maq}} \text{)}} \quad (24)$$

Rango aceptable: **40 a 50 t/horas máquina** (altura promedio de capa de residuos: 3,5 metros, altura promedio de la cobertura diaria: 0,4 m).

Cada indicador fue diseñado para medir aspectos de cobertura, eficiencia, consumo de recursos y calidad del servicio, permitiendo establecer una comparación entre el desempeño actual y los rangos de referencia.

Finalmente, todos los indicadores se integrarán en una matriz de evaluación de indicadores operacionales, herramienta que permitirá valorar de manera integral la eficiencia del servicio, así como identificar oportunidades de mejora en la gestión. Cabe precisar que dicha matriz será presentada en una versión posterior de este trabajo.

3.6.2. Propuesta de mejora

La presente investigación plantea como propuesta principal el desarrollo de un modelo de evaluación en Excel para medir y monitorear los indicadores operacionales de forma clara la gestión del servicio y apoyar la toma de decisiones de la Municipalidad Provincial de Tacna.

El modelo tiene como finalidad facilitar el registro, procesamiento y análisis de la información operativa, garantizando que la evaluación de los indicadores sea un proceso rápido, estandarizado y accesible para los responsables de la gestión.

El modelo propuesto contará con:

- Hojas de registro: espacios para ingresar los datos operativos (número de trabajadores, turnos, vehículos, cantidad de residuos recolectados, etc.).
- Cálculo automático de indicadores: fórmulas integradas que permitirán obtener de manera inmediata los indicadores de cobertura, eficiencia, consumo de recursos y calidad del servicio.

- Reportes gráficos y tablas comparativas: que muestren la evolución de cada indicador en relación con los rangos de referencia.
- Matriz de evaluación de indicadores operacionales: que integrará los resultados, brindando una visión integral del desempeño del servicio y permitiendo identificar oportunidades de mejora.

Este modelo en Excel no solo constituye una herramienta práctica de evaluación, sino que también fortalece la toma de decisiones basada en evidencias, permitiendo que la Municipalidad Provincial de Tacna, implemente acciones correctivas y preventivas de manera oportuna.

3.6.3. Validación de instrumentos

En el proceso de validación de los instrumentos, se tomó como población a los profesionales con experiencia en gestión de residuos sólidos que laboran en la Municipalidad Provincial de Tacna, específicamente en el área vinculada al servicio de limpieza pública, conformando una población de $N = 3$ profesionales.

Para la determinación del tamaño de muestra en poblaciones finitas, se emplea la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{(N-1)E^2 + Z^2p(1-p)} \quad (25)$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

E = margen de error permitido

Sin embargo, dado que la población estuvo conformada únicamente por tres (3) profesionales que cumplían con el perfil requerido y eran accesibles en su totalidad, no fue necesario aplicar la fórmula de cálculo muestral. En consecuencia, se trabajó con el 100 % de la población, constituyéndose en un censo poblacional, por lo que:

$$n = N$$

Reemplazando:

$$n = 3$$

Por lo tanto, la muestra coincidió con la población.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del estado actual del servicio de limpieza pública

Durante el desarrollo de la investigación se realizaron visitas técnicas y reuniones de coordinación con los responsables de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos, perteneciente a la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Esta dependencia es la encargada de administrar todas las etapas del servicio de limpieza pública, desde la generación de los residuos hasta su disposición final, de acuerdo con la estructura orgánica municipal vigente.

4.1.1. Cobertura poblacional del servicio de limpieza pública

La población del distrito de Tacna se presenta en la Tabla 6. Según el Censo Nacional de Población, Vivienda y Comunidades Indígenas del año 2017, el distrito cuenta con 92 972 habitantes (INEI, 2017). Considerando una tasa de crecimiento anual del 1,3 % y aplicando el modelo de crecimiento geométrico, se proyecta que para el año 2025 la población alcanzará aproximadamente los 103 080 habitantes.

Tabla 6

Población proyectada 2018 – 2025

Población censada		Población proyectada							
Distrito de	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Tacna	92,972	94,182	95,409	96,650	97,905	99,176	100,462	101,764	103,080

Nota. Proyección realizada a partir de la población base del censo 2017 (INEI, 2017), aplicando un modelo de crecimiento geométrico con una tasa anual de 1,3%.

4.1.2. Almacenamiento

En la tabla 7 se identificó un total de 831 unidades de almacenamiento entre papeleras, cilindros y contenedores, distribuidas en diferentes espacios públicos del distrito de Tacna. El 69% presenta un estado bueno, mientras que el 15% está en condición regular y el 16% en mal estado.

Tabla 7*Resumen del estado situacional del almacenamiento público del distrito*

Tipo de almacenamiento	Capacidad (m ³)	Estado situacional			Total
		Bueno	Regular	Malo	
Papeleras		355	26	99	480
Simples	0.050	211	12	63	286
Ecológico dobles	0.100	144	14	36	194
Cilindros	0.200	83	54	7	144
Contenedores	1.100	139	44	24	207
Total		577	124	130	831

Nota. Informe de la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad

4.1.3. Organización y prestación del servicio de barrido de calles

El barrido de vías se realiza bajo administración directa, interviniendo calles, avenidas, veredas, parques y plazas.

El servicio se ejecuta de manera manual: el material recolectado se deposita en bolsas plásticas y posteriormente se dispone en contenedores de 1100 L ubicados en puntos estratégicos del distrito.

4.1.3.1. Rutas y longitud de barrido

Durante la evaluación operativa en la ciudad de Tacna, se determinó la longitud total de vías atendidas por día considerando los dos turnos de operación. En el primer turno, se atendieron 18 rutas con una longitud de barrido de 87,05 km lineales. En el segundo turno, se cubrieron 7 rutas adicionales con una longitud de 47,21 km lineales. Las rutas y longitudes correspondientes a cada turno se presentan en la Tabla 8, donde se detalla la distribución del servicio de barrido de calles actualmente operativo en la ciudad.

En conjunto, la longitud total de vías intervenidas por día asciende a 134,26 km lineales, lo que constituye la base para el cálculo de los indicadores operacionales de cobertura, eficiencia y consumo de insumos (bolsas, escobas y horas-hombre).

Tabla 8*Rutas y longitud de barrido de calles actual*

Calles atendidas por día	Longitud en metros	Longitud en km	N.º de aceras	Longitud de barrido actual km
Primer turno				
Ruta 1 - Dos de mayo	3687,51	3,69	1,00	3,69
Ruta 2 - Paseo cívico	3216,08	3,22	1,00	3,22
Ruta 3 – Escuadrón	7210,30	7,21	1,00	7,21
Ruta 4 - Zela – Bolívar	3651,55	3,65	1,00	3,65
Ruta 5 - Mercado Grau	8366,33	8,37	1,00	8,37
Ruta 6 – Bolognesi	4095,92	4,10	1,00	4,10
Ruta 7 - Alto Lima	4042,16	4,04	1,00	4,04
Ruta 8 - Leguía A	7608,66	7,61	1,00	7,61
Ruta 9 - Leguía B	6588,53	6,59	1,00	6,59
Ruta 10 – Pesquero	8635,08	8,64	1,00	8,64
Ruta 11 - Arias Araguez	3813,82	3,81	1,00	3,81
Ruta 12 - Coronel Mendoza	2696,02	2,70	1,00	2,70
Ruta 13 - Cuzco	4010,70	4,01	1,00	4,01
Ruta 14 – Bilinghurst	4077,00	4,08	100	4,08
Ruta 15 - Avenida Grau	2918,60	2,92	1,00	2,92
Ruta 16 – Pinto	3269,34	3,27	1,00	3,27
Ruta 17 – Industrial	5153,19	5,15	1,00	5,15
Ruta 18 - Fericio Patricio Meléndez	4012,57	4,01	1,00	4,01
Total	87,053,35			87,05
Segundo turno				
Ruta 1 - Dos de Mayo	6915,76	6,92	1	6,92
Ruta 2 - Paseo Cívico	4218,64	4,22	1	4,22
Ruta 3 - Zela Bolivar	8277,40	8,28	1	8,28
Ruta 4 - Mercado Grau	8752,34	8,75	1	8,75
Ruta 5 – Bolognesi	4293,13	4,29	1	4,29
Ruta 6 – Leguía	7956,60	7,96	1	796
Ruta 7 - San Martín	6797,35	6,80	1	6,80
Total				47,21
Longitud de calles barridas (km)				134,26

Nota. informe de la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad

La distribución de las rutas de barrido se presenta en el Anexo 2, donde se visualiza la cobertura territorial del servicio en el distrito de Tacna.

4.1.3.2. Turnos, horarios y frecuencia de barrido

El servicio se organiza en función a los siguiente turnos, horarios y frecuencia que operan los siete días de la semana. En la Tabla 9 presenta la distribución donde permite mantener continuidad en las actividades de limpieza, especialmente en zonas de mayor flujo peatonal y vehicular.

Tabla 9

Turnos, horarios y frecuencia

N.º de rutas	Turnos	Horarios	Frecuencia
18	Primer turno	10 p.m a 6 a.m	Lunes a Domingo
7	Segundo turno	6 a.m a 2 p.m	Lunes a Domingo

Nota. Informe de la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad

4.1.3.3. Equipamiento para el servicio de barrido de calles

Para cubrir el servicio de barrido de calles en el distrito de Tacna hace uso de las siguientes herramientas y materiales que se detalla a continuación:

La Tabla 10 detalla los equipos asignados, su cantidad y la periodicidad de reposición. Entre los más relevantes se incluyen carritos recolectores de 240 L, escobas, escobillones, recogedores metálicos, bolsas para residuos y elementos de seguridad.

Tabla 10

Herramientas y materiales

Herramienta/materiales	Cantidad	Frecuencia de entrega
Carrito recolector 240 litros	1	Anual
Recogedor de metal	3	Mensual
Escoba de tres pitas y dos zunchos	2	Mensual
Escobillón de cerda de 45 cm	2	Anual
Bolsa de basura por 240 L x100 Und.	5	Mensual
Conos de seguridad x100 cm	2	Anual
Cinta reflexiva 2"	09 m	Trimestral

Nota. Informe de la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad

4.1.3.4. Personal operativo

En general para el desarrollo de las actividades que contempla el servicio de barrido de calles en la jurisdicción del distrito de Tacna. Este recurso humano constituye un componente clave para garantizar la continuidad y calidad del servicio de limpieza pública.

Tabla 11

Personal y Condición laboral

Sexo	Edad	Condición laboral			Total
		Permanentes	CAS	Contratados	
Mujeres	De 18 a 65	3	5	10	18
Hombres	años	8	-	-	8
Total		11	5	10	26

Nota. Informe de la Subgerencia de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad

4.1.4. Servicio de recolección

La administración del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos del distrito de Tacna se encuentra a cargo de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Tacna.

El proceso de recolección de residuos sólidos consiste en recoger los desechos siguiendo rutas establecidas con horarios y turnos definidos, garantizando a la población un servicio seguro y puntual. También se realiza la recolección de los residuos sólidos depositados en los contenedores públicos ubicados dentro de las rutas de recolección. Cabe destacar que las unidades compactadoras del distrito de Tacna tienen incorporado el sistema de alza contenedor.

4.1.4.1. Características de las unidades de recolección y transportes de residuos sólidos.

Para el análisis de las características de las unidades de recolección y transporte de residuos sólidos, se sistematizó la información en tablas. Estas recogen los datos de la flota vehicular disponible, su capacidad de carga, antigüedad y estado actual, así como la distribución de las rutas y frecuencias de operación en el distrito de Tacna. Dichos cuadros permiten evidenciar la situación real del servicio, facilitando la identificación de fortalezas y limitaciones en la gestión de la recolección y transporte de residuos sólidos.

Se observa en la Tabla 12 que la Municipalidad Provincial de Tacna dispone de una flota conformada por siete camiones compactadores marca ISUZU, con

capacidades que varían entre 15 m³ y 20 m³, además de un camión baranda marca MITSUBISHI con capacidad de 2 toneladas, utilizado como vehículo de retén. La flota presenta una antigüedad heterogénea, con unidades fabricadas entre los años 1996 y 2019, lo que pone en evidencia la necesidad de realizar un plan progresivo de renovación, a fin de garantizar la eficiencia operativa y minimizar los costos asociados al mantenimiento.

Tabla 12

Características de las unidades de recolección y transporte de residuos sólidos

N°	Tipo de vehículo	Marca	Placa	Año de fabricación	Capacidad de carga	Ruta que atiende
1	Camión Compactador	ISUZU	EGB-481	2010	15m ³	RT- 1
2	Camión Compactador	ISUZU	EGS-501	2014	15m ³	RN-1, RD-1
3	Camión Compactador	ISUZU	EGX-338	2016	20m ³	RN-2
4	Camión Compactador	ISUZU	EGX-339	2016	20m ³	RN-6
5	Camión Compactador	ISUZU	EGX-340	2016	20m ³	RN-3
6	Camión Compactador	ISUZU	EAF-527	2019	15m ³	RN-5, RETEN-1
7	Camión Compactador	ISUZU	EAF-417	2019	15m ³	RN-4, RD-2
8	Camión baranda	MITSUBISHI	EGV-763	1996	2 TN	RETEN-2

En el distrito de Tacna, el servicio se organiza en seis rutas nocturnas, dos diurnas, una vespertina y dos rutas de apoyo, todas con una frecuencia de operación de lunes a domingo. Los horarios cubren turnos de madrugada, mañana, tarde y noche, lo que permite asegurar la continuidad del servicio. Sin embargo, se advierte que la mayor concentración de actividades se realiza en el turno nocturno, lo que responde a criterios de operatividad y menor congestión vial.

Este esquema de rutas y frecuencias refleja una programación orientada a lograr la cobertura integral del servicio en el distrito, aunque resalta la necesidad de optimizar la distribución horaria para mejorar la eficiencia y la equidad en la atención de las

diferentes zonas de la ciudad. En la Tabla 13 se detallan las características específicas de las rutas de recolección y transporte.

Tabla 13

Número de rutas de barrido de calles por horarios y frecuencias del distrito de Tacna

<i>Distrito</i>	<i>Turno</i>	<i>Ruta</i>	<i>Placa</i>	<i>Turno (M/T/N)</i>	<i>Horario (horas)</i>	<i>Frecuencia</i>
Tacna	Noche	RN-1	EGS-501	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
		RN- 2	EGX-338	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
		RN- 3	EGX-340	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
		RN-4	EAF-417	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
		RN-5	EAF-527	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
		RN- 6	EGX-339	10:00 p.m a 6:00 a.m	8	L-D
	Dia	RD- 1	EGS-501	10:00 a.m a 6:00 p.m	8	L-D
		RD-2	EAF-417	10:00 a.m a 6:00 p.m	8	L-D
	Tarde	RT- 1	EGB-481	4:00 p.m a 12:00 p.m	8	L-D
	Apoyo	RETEN-1	EAF-527	6:00 a.m a 2:00 p.m	8	L-D
		RETEN-2	EGV-763	5:00 a.m a 10:00 a.m	5	L-D

La delimitación de las rutas de recolección convencional se muestra en el Anexo 3.

4.1.4.2. Consumo de combustible en el servicio de recolección

En relación con el consumo de combustible de las unidades destinadas al servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, se evidenció que la Municipalidad Provincial de Tacna no cuenta con un registro técnico detallado del consumo por ruta ni por tonelada transportada.

El control existente se realiza de manera administrativa, mediante reportes generales de abastecimiento por unidad vehicular, sin vincular el consumo con variables operativas como kilómetros recorridos, volumen recolectado o rendimiento por viaje.

4.1.4.3. Equipamiento para el servicio de recolección de residuos sólidos.

El equipamiento para realizar las actividades de recolección de residuos sólidos municipales son las siguientes:

Tabla 14

Herramienta y materiales para el Servicio de recolección y transporte

Herramienta/materiales	Cantidad	Frecuencia de entrega
Recogedor de Metal	1	Mensual
Escoba de tres pitas y dos zunchos	2	Mensual

4.1.4.4. Personal

El personal asignado al servicio de recolección y transporte de residuos sólidos está conformado por un chofer y tres ayudantes por ruta. La tabla 15 se muestra el total del personal involucrado.

Tabla 15

Personal para el servicio de recolección y transporte

Cargo	Edad	Condición laboral			Total
		Permanentes	CAS	Contratados	
Choferes	De 18 a 65 años	7	-	3	10
Corredores		14	6	13	33
Total		21	6	16	43

4.1.5. Servicio de recolección selectiva

En el marco de su gestión ambiental, la Municipalidad Provincial de Tacna ha reforzado su política de residuos sólidos mediante la aprobación del Programa RECICLA 2024-2028 mediante el Decreto de Alcaldía N° 005-2024, que busca consolidar las acciones de segregación en la fuente, valorización y reciclaje de los residuos sólidos generados en el distrito.

El programa RECICLA se estructura en dos líneas de acción dentro del mismo Plan de Gestión Ambiental 2024–2028:

- *Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos inorgánicos.* Incluye materiales como plásticos, papel, cartón, metales y vidrio, los cuales son valorizados mediante asociaciones de recicladores formalizados.

- *Valorización de residuos orgánicos mediante compostaje.* Los residuos orgánicos, tales como restos de alimentos, residuos de poda, hojas secas y pasto, son transformados en compost orgánico en la planta de compostaje ubicada en el Parque Perú, el cual se utiliza para el mantenimiento y mejoramiento de las áreas verdes municipales.

Asimismo, el programa “Techo Limpio”, integrado al Programa RECICLA, desarrolla semanalmente actividades de valorización de residuos, distribuyendo bolsas verdes a los vecinos para facilitar la separación en la fuente y fomentar la participación ciudadana en la gestión ambiental.

4.1.5.1. Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos inorgánicos

La Municipalidad Provincial de Tacna implementa el servicio de recolección selectiva, coordinado con los vecinos de cada sector. El horario establecido para esta actividad es de 09:00 a 11:30 h, con una frecuencia de una vez por semana entre lunes y viernes. Esta programación permite organizar la operación en los diferentes sectores de la ciudad, fomentando la participación ciudadana y garantizando una mayor eficiencia en el proceso de segregación y valorización de los residuos sólidos.

Tabla 16

Rutas, horarios y frecuencia de recolección selectiva de inorgánicos

Ruta	Turno (M/T/N)	Horario (horas)	Frecuencia (L-D)
S1	M	09:00 a 11:30 h	Lunes
S2	M	09:00 a 11:30 h	Martes
S3	M	09:00 a 11:30 h	Miércoles
S4	M	09:00 a 11:30 h	Jueves
S5	M	09:00 a 11:30 h	Viernes

Para la operación de este servicio, la Municipalidad Provincial de Tacna dispone de vehículos especializados que permiten el transporte diferenciado de residuos inorgánicos desde los puntos de acopio hacia el centro de valorización. En la Tabla 17 se presentan las características de los vehículos actualmente disponibles, incluyendo su tipo, capacidad y año de fabricación.

Tabla 17

Características de las unidades de recolección y transporte de residuos sólidos inorgánicos.

Distrito	Tipo de vehículo	Pertenencia	Marca	Placa	Año de fabricación	Capacidad de carga t
Tacna	Camión Adaptada	Municipalidad Provincial de Tacna	Chevrolet	EGO 447	2008	5
	Trimoto	Municipalidad Provincial de Tacna	TO-KAY	EB-4621	2014	0.3

En la Figura 4 se observa una de las unidades vehiculares utilizadas para la recolección selectiva de residuos inorgánicos en la ciudad de Tacna. Esta unidad realiza recorridos semanales en los sectores asignados, facilitando el acopio diferenciado de materiales reciclables.

Figura 4

Unidad de recolección de residuos sólidos aprovechables



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna (2023)

El camión adaptado cuenta con una capacidad de carga aproximada de 5 toneladas y se utiliza principalmente para el traslado de materiales reciclables desde los puntos de acopio hacia el centro de valorización. Por su parte, la trimoto, con una capacidad de 0.3 toneladas, se emplea en zonas residenciales y calles estrechas, donde el acceso vehicular es limitado. Ambas unidades complementan la cobertura del servicio en la ciudad de Tacna.

Para la implementación adecuada de la recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables, se requiere de materiales específicos que garanticen el correcto acopio

y traslado de los mismos. Entre ellos destacan las bolsas de polietileno, cuya provisión es fundamental para el desarrollo del programa.

La adquisición y distribución de este material deben realizarse de manera oportuna y planificada durante el periodo de ejecución del programa, asegurando que los beneficiarios cuenten con los insumos necesarios para la segregación en la fuente y la disposición diferenciada de los residuos. En la tabla 18 se detallan los insumos contemplados para este servicio.

Tabla 18

Materiales para el almacenamiento de residuos sólidos aprovechables

Distrito	Materiales	Cantidad	Frecuencia de entrega
Tacna	Bolsa de polietileno 0.3 um x 26 in x 40	50 (Paquetes de 100 und)	Semanal

La Unidad de Gestión Ambiental coordina con dos asociaciones de recicladores formalizadas: SEGRESUR y SEGREGA TACNA, conformadas por 4 y 8 integrantes respectivamente. Ambas asociaciones están debidamente equipadas para el desarrollo de sus labores y se encuentran distribuidas estratégicamente en diferentes zonas, con el fin de garantizar la cobertura del servicio. En las tablas 19 y 20 se presenta la relación de integrantes de cada asociación.

Tabla 19

Asociación de recicladores SEGREGA TACNA-distrito de Tacna

Asociación	N.º de constancia de inscripción de registro municipal de recicladores	N.º de partida en registros públicos	Número de socios
Asociación de recicladores SEGREGA - TACNA	Resolución de Gerencia N° 001-2021-GGA-MPT	N° 11111218	4

Tabla 20*Asociación de Recicladores SEGRESUR-Distrito de Tacna*

Asociación	N.º de constancia de inscripción de registro municipal de recicladores	N.º de partida en registros públicos	Número de socios
Asociación de Recicladores Segresur	Resolución de Gerencia N° 12-2021-GGA-MPT	N° 11128263	8

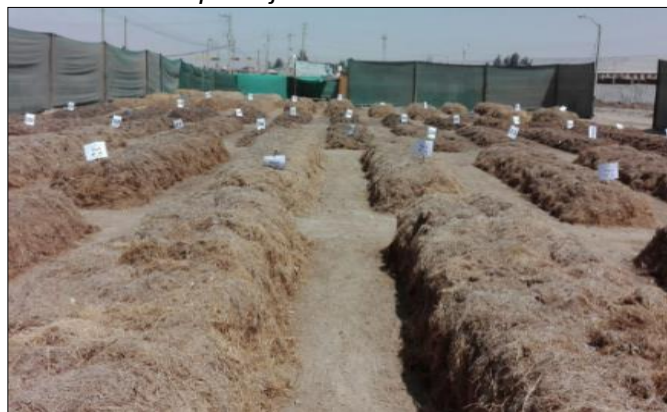
Las rutas de recolección selectiva correspondientes a cada asociación se presentan en el Anexo 4, donde se detallan los sectores asignados y los días de operación (de lunes a viernes). Estos mapas permiten visualizar la cobertura territorial del servicio, facilitando la planificación y supervisión de las actividades de reciclaje en la ciudad de Tacna.

4.1.5.2. Valorización de residuos sólidos orgánicos

La valorización de los residuos orgánicos se realiza mediante el proceso de compostaje, el cual constituye una de las principales estrategias del Programa RECICLA 2024–2028 para promover la economía circular y reducir la disposición en el relleno sanitario.

El área destinada se encuentra en las instalaciones del Parque Perú, dentro de la jurisdicción del distrito de Pocollay. La planta de compostaje cuenta con una superficie total aproximada de 750 m², distribuidos en una longitud de 25 m y un ancho de 30 m, donde se ejecutan las actividades de acopio, mezclado, volteo y maduración del compost.

En la Figura 5 se observa la disposición de las pilas de compostaje en el área de valorización, las cuales son manejadas de forma periódica para garantizar una adecuada aireación y descomposición del material orgánico.

Figura 5*Planta de Compostaje del distrito de Tacna*

Las fuentes generadoras principales son:

- Mercado de abasto: se sensibiliza y empadrona a los comerciantes del mercado Miguel Grau, entregando bolsas para depositar los residuos sólidos orgánicos destinados a valorización.
- Áreas verdes: Se realiza una coordinación con el área encargada para el mantenimiento de áreas verdes del distrito de Tacna para la recolección y transporte a la planta de compostaje para su respectiva valorización.

La indumentaria asignada al personal de la planta de compostaje se muestra en la tabla 21, la cual detalla los implementos de seguridad y protección necesarios para el adecuado desarrollo de sus labores.

Tabla 21*Indumentaria para el personal de la planta de Compostaje*

Herramienta	Cantidad	Frecuencia de entrega
Chalecos con el logo y bordado	1	Anual
Pantalón Drill	1	Anual
Poleras de algodón lisa con bordado	1	Anual
Sombrero con tapa nuca	1	Anual
Guantes de cabritilla	2	Mensual
Mascarillas Quirúrgicas	Cajas	60
Lentes de seguridad con contorno de jebe	1	Mensual
Bloqueador solar x 10 ml	1	Semanal
Alcohol etílico 70° (Fraco de 50 ml)	1	Semanal
Botas de jebe	1	Anual

4.1.5.3. Consumo de combustible en la recolección selectiva

Respecto al vehículo asignado al programa de recolección selectiva, se verificó que la unidad también requiere abastecimiento regular de combustible para la ejecución de las rutas programadas. Sin embargo, al igual que en el servicio de recolección convencional, no se cuenta con un registro técnico detallado que relacione el consumo de combustible con los kilómetros recorridos o el volumen de residuos reciclables recolectados.

El control del combustible se realiza de manera general dentro del sistema administrativo municipal, sin desagregar información específica del programa de segregación en la fuente. Esta situación impide evaluar la eficiencia operativa del servicio selectivo en términos de rendimiento energético y costo por tonelada valorizada.

4.1.5.4. Operatividad durante fines de semana y feriados

Durante el diagnóstico del servicio de recolección selectiva se verificó que la programación de recojo diferenciada se ejecuta únicamente de lunes a viernes, en horario establecido por la municipalidad.

No se evidenció la prestación regular del servicio los días sábado, domingo ni feriados. En consecuencia, los residuos reciclables generados durante estos días son gestionados mediante el servicio convencional de recolección, perdiéndose la oportunidad de valorización.

4.1.6. Disposición final

En la actualidad, la disposición final de los residuos sólidos en la provincia de Tacna se realiza principalmente en el botadero denominado Alto Intiorko, que recibe un promedio diario de 200 toneladas de desechos. Sin embargo, este espacio no cumple con las condiciones técnicas y ambientales exigidas para un relleno sanitario, lo que ha generado observaciones por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), relacionadas con la falta de celdas adecuadas, cobertura diaria de residuos y control de vectores. Esta situación representa un riesgo para la salud pública como para el ambiente.

Frente a esta problemática, la Municipalidad Provincial de Tacna, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, ha proyectado la construcción de un relleno sanitario moderno en el kilómetro 21 de la vía Tacna–Tarata, en un terreno de aproximadamente 93,6 hectáreas. La obra contempla una inversión superior a los 59

millones de soles e incluye la implementación de infraestructura complementaria como una planta de valorización de residuos orgánicos y acondicionamiento de reciclables. Se estima que este nuevo relleno sanitario permitirá cerrar progresivamente el botadero Alto Intiorko y garantizar una disposición final ambientalmente adecuada para la provincia y distritos aledaños.

4.2. Propuesta de evaluación de indicadores operacionales

En el Capítulo III se definieron los indicadores operacionales a emplear en la evaluación del servicio de limpieza pública. Dado que la Municipalidad Provincial de Tacna no dispone con un sistema estandarizado para el registro y cálculo de estos indicadores, en este capítulo se propone un modelo de formatos de control operativo diseñados en Excel, que servirán como instrumentos de gestión para cada componente del servicio: barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final.

Cada componente cuenta con indicadores específicos que permiten medir su eficiencia, eficacia y calidad operativa. La aplicación de estos indicadores facilita la identificación de fortalezas y debilidades del servicio, constituyendo una herramienta clave para implementar estrategias y la propuesta de mejoras en la administración de los residuos sólidos.

4.2.1. Propuesta de formato para el control del servicio de barrido de calles

El presente sistema de control propuesto permitirá identificar variaciones en el desempeño operativo a lo largo del año, facilitando la evaluación periódica y la toma de decisiones orientadas a mejorar la administración del servicio.

4.2.1.1. Registro semanal del servicio de barrido de calles

Para este componente se propone implementar un registro semanal en formato Excel, que permita consignar la información operativa del servicio.

El formato ha sido diseñado para registrar los datos diarios por macrorruta y microrruta, incorporando cálculos automáticos que facilitan la evaluación del rendimiento y la eficacia del servicio.

El registro contiene fórmulas que permiten calcular de manera automática los siguientes indicadores:

4.2.1.2. Reporte mensual del servicio de barrido de calles

El reporte mensual de indicadores constituye la segunda etapa del control operativo del servicio de barrido de calles. Este formato permite consolidar la información registrada semanalmente en el formato operativo (Figura 6), mostrando de manera resumida los resultados obtenidos en el servicio durante el mes. Este reporte tiene como finalidad evaluar la eficacia general y el volumen total de vías atendidas, facilitando el seguimiento y la toma de decisiones técnicas por parte de la Municipalidad Provincial de Tacna.

El formato propuesto en Excel, presentado en la Figura 7, contiene los valores promedio de eficacia alcanzados en cada semana y el total mensual de kilómetros lineales barridos. Los datos ingresados provienen del consolidado semanal y son procesados mediante fórmulas automatizadas para garantizar la precisión de los resultados.

Los indicadores que se calculan en este reporte son los siguientes:

- *Porcentaje de eficacia mensual (%)*: corresponde al promedio de los resultados obtenidos en todas las semanas del mes. Este indicador permite determinar el grado de cumplimiento del servicio en relación con la meta programada mensual.
- *Total mensual de kilómetros lineales barridos (km)*: representa la sumatoria de los datos semanales provenientes del formato anterior. Indica la cantidad total de kilómetros atendidos durante el mes, obtenida mediante la agregación de los reportes diarios.

Este registro proporciona una visión general del rendimiento operativo mensual, permitiendo identificar variaciones en la eficacia del servicio, evaluar el cumplimiento de metas y optimizar la distribución de personal e insumos.

Figura 7

Formato propuesto para el reporte mensual de indicadores del servicio de barrido de calles

Eficacia de barrido de calles	Semana					Total mes
	0	2	3	4	5	
Porcentaje de eficacia de barrido de calles (%)						
Total de kilómetros lineales barridos según parte diario (km)						

El detalle de los cálculos automatizados y la relación con los registros semanales se presentan en el Anexo 6, donde se muestra la estructura completa del archivo Excel y los vínculos entre los formatos de control operativo. Asimismo, se incluyen dos gráficos lineales que muestran la evolución del porcentaje de eficacia de barrido de calles (%) por semana y del total de kilómetros lineales barridos según parte diario (km) por semana, correspondientes al mes evaluado.

4.2.1.3. Formato anual consolidado

El formato anual consolidado constituye la tercera etapa del sistema de control operativo del servicio de barrido de calles. Este formato tiene como objetivo integrar los resultados mensuales obtenidos a lo largo del año, permitiendo una evaluación global del desempeño del servicio y la identificación de tendencias o variaciones significativas en la eficacia y cobertura del barrido.

El formato propuesto en Excel, mostrado en la Figura 8, recopila los valores mensuales del porcentaje de eficacia y del total de kilómetros lineales barridos. Esta información se obtiene directamente del consolidado mensual, mediante vinculación automática de datos, lo que garantiza la coherencia y continuidad de la información a lo largo del periodo anual.

Los indicadores que se calculan en este formato son los siguientes:

- *Eficacia anual promedio (%)*: se obtiene a partir del promedio de los porcentajes de eficacia mensual registrados en el año.
- *Total anual de kilómetros lineales barridos (km)*: corresponde al promedio de los valores mensuales del total de kilómetros lineales barridos.

Este registro anual permite realizar un análisis comparativo entre meses, identificar variaciones estacionales y establecer metas de mejora continua para los siguientes periodos. Además, constituye una herramienta fundamental para la rendición de cuentas y la planificación presupuestal, al proporcionar información consolidada y confiable sobre la gestión del servicio.

El detalle del formato completo y los vínculos establecidos con los reportes mensuales se presentan en el Anexo 6, donde también se incluye un gráfico de tendencia anual que muestra la evolución del porcentaje de eficacia y la cobertura total de barrido de calles durante el año evaluado.

Figura 8

Formato propuesto para el reporte anual de indicadores del servicio de barrido de calles

Eficacia del servicio de barrido de calles TACNA - 2025		
Mes	Porcentaje de eficacia de barrido de calles (%)	Kilómetros lineales barridos según parte diario (km)
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		
MAYO		
JUNIO		
JULIO		
AGOSTO		
SETIEMBRE		
OCTUBRE		
NOVIEMBRE		
DICIEMBRE		
TOTAL ANUAL		

4.2.1.4. Control de personal e insumos

El control del personal y de los insumos utilizados en el servicio constituye un componente esencial para garantizar la eficiencia operativa y la transparencia en la gestión municipal. Este registro permite analizar la relación entre los recursos humanos disponibles, las jornadas efectivamente laboradas y el consumo de materiales empleados durante el desarrollo de las actividades de limpieza pública.

El formato propuesto, presentado en la Figura 9, ha sido diseñado en Excel para registrar de manera detallada los datos del personal operativo, considerando la distribución por sexo, las horas trabajadas diariamente, los días efectivos de labor y el consumo de insumos tales como bolsas y escobas.

El registro permite realizar el seguimiento diario y mensual del personal asignado a cada microruta o sector, de modo que se pueda verificar la cobertura de turnos y el rendimiento asociado al uso de materiales.

Además, contar con un registro detallado de los insumos y del personal operativo no solo contribuye al control administrativo, sino que también proporciona la información base necesaria para la aplicación de las fórmulas de los indicadores operacionales del servicio de barrido de calles.

De esta manera, se garantiza la coherencia entre los datos recopilados y los resultados obtenidos en los indicadores de eficacia, productividad y consumo de materiales.

Los principales indicadores que se calculan a partir de este formato son los siguientes:

- *Cantidad de personal operativo mensual*: corresponde al número total de trabajadores activos durante el mes, diferenciados por sexo (hombres y mujeres).
- *Total de horas trabajadas (h/mes)*: se obtiene de la suma de las horas efectivas registradas por cada trabajador durante el mes.
- *Consumo de bolsas por barredor por mes*: permite determinar el uso promedio de bolsas en función del número de trabajadores y días laborados.
- *Consumo de escobas por barredor por mes*: permite determinar el uso promedio de bolsas en función del número de trabajadores y días laborados.

Este formato constituye una herramienta de control integral, que permite a la Municipalidad Provincial de Tacna verificar si los recursos humanos y materiales se están utilizando de manera adecuada y proporcional a los resultados obtenidos. Asimismo, facilita la detección de sobreconsumo o ineficiencias, contribuyendo a la optimización del servicio y al fortalecimiento de la gestión técnica del barrido de calles.

El formato completo, junto con las fórmulas automatizadas que permiten generar los cálculos mencionados, se presenta en el Anexo 6.

Dicho anexo incluye, como etapa final, el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, en el cual se integran los datos obtenidos desde los apartados 4.2.1.1 hasta el 4.2.1.4.

Este reporte permite consolidar la información correspondiente al registro integral del personal operativo, las jornadas efectivas y el consumo mensual de insumos, constituyendo la base para el cálculo de los indicadores operacionales del servicio.

De esta manera, se logra una visión global del desempeño anual del servicio, garantizando la trazabilidad y consistencia de los datos empleados en la evaluación técnica.

Figura 9

Formato propuesto para el control de personal e insumos en el servicio de barrido de calles

[illegible]

Nota. Elaboración propia, 2025. Esta recopilación permite disponer de los valores necesarios para la aplicación de las ecuaciones de los indicadores operacionales del servicio de barrido de calles, asegurando una evaluación continua y precisa del desempeño anual del servicio

4.2.1.5. Matriz de evaluación del servicio de barrido de calles

Con el propósito de evaluar la eficacia y eficiencia del servicio, se propone la Matriz de Evaluación del Servicio de Barrido de Calles. Esta matriz organiza los indicadores operacionales, definiendo la fórmula de cálculo, la unidad de medida, la frecuencia de medición, la meta establecida, el responsable de su control y el resultado alcanzado.

En la Tabla 22, se presenta el formato propuesto, el cual permite registrar los resultados obtenidos en el periodo evaluado, así como verificar el cumplimiento de las metas establecidas para cada indicador.

4.2.2. Propuesta de formato para el control del servicio de recolección

Este servicio constituye una de las etapas más relevantes dentro del sistema de limpieza pública, ya que implica el transporte de los residuos desde los puntos de acumulación hasta el lugar de disposición final. Con el propósito de fortalecer el control operativo y la evaluación de este servicio, se propone un formato elaborado en Excel, diseñado para registrar de manera ordenada y continua la información correspondiente a los circuitos de recolección, número de viajes realizados, capacidad de los vehículos, volumen de residuos recolectados y cumplimiento respecto a lo programado.

Este formato tiene como finalidad garantizar la eficiencia y transparencia en la gestión del servicio, permitiendo al mismo tiempo obtener la información necesaria para calcular los indicadores operacionales de eficacia, eficiencia y cobertura del servicio.

Tabla 22*Matriz de Evaluación del Servicio de Barrido de Calles (propuesta)*

Indicador Operacional a Evaluar	Fórmula / Definición	Unidad de Medida	Frecuencia de Medición	Meta	Responsable	Resultado Actual	Nivel de Cumplimiento
Cobertura del barrido de calles (%)	(Calles barridas / Calles programadas) × 100	%	Mensual	95%	Supervisor de Operaciones		
Comparación de kilómetros barridos versus horas pagadas	km barridos / Horas trabajadas	Km/hora	Semanal	≥ 2 km/h	Jefe de Personal		
Consumo de bolsas/barredor/día	Número de bolsas usadas por barredor por día	Bolsas/día	Diario	≤ 10 bolsas	Encargado de Logística		
Consumo de bolsas/kilómetro barrido	Número de bolsas usadas por km barrido	Bolsas/km	Semanal	≤ 5 bolsas/km	Encargado de Rutas		
Consumo de escobas/kilómetro barrido	Número de escobas usadas por km barrido	Escobas/km	Mensual	≤ 1 escoba/km	Coordinador de Equipos		
km lineales barridos/barredor/día (calles)	km barridos por barredor al día (solo calles)	km/día	Diario	3 km/día	Supervisor de Barredores		
m2 barridos/barredor/día (plazas)	Metros cuadrados barridos por barredor en plazas	m²/día	Diario	500 m²/día	Encargado de Plazas		

4.2.2.1. Registro mensual de recolección

El registro mensual de recolección tiene como objetivo consolidar la información diaria generada en campo por los operarios y supervisores del servicio. Este formato en Excel permite registrar de manera sistemática los datos de cada microruta y vehículo recolector, contribuyendo al control operativo y al seguimiento de los indicadores de gestión.

En la Figura 10 se observa el formato propuesto considera los siguientes parámetros principales:

- *Kilómetros de recorrido optimizado (km/vehículo/mes)*: Se calcula multiplicando los kilómetros recorridos diariamente por el número de días trabajados en el mes, se obtiene información por cada microruta realizada

$$\text{km/vehículo/mes} = \text{km/vehículo/día} \times \text{Días trabajados/mes} \quad (27)$$

- *Total de recorrido por microruta en (km/semana)*: es la sumatoria de los kilómetros registrados diariamente en una misma microruta.

$$\text{km/semana} = \sum(\text{km diarios}) \quad (28)$$

- *Promedio total de recorrido por microruta en (km/día)*: es el promedio de todos los reportes diarios de Kilómetros recorridos según parte diario (km/día) realizadas todo el mes.

- *Total de recorrido realizado en la recolección y transporte de residuos sólidos mes (km/mes)*: sumatoria de los Kilómetros recorridos según parte diario (km/día) de todo los días por mes.

$$\text{km/mes} = \sum(\text{km recorridos diarios}) \quad (29)$$

- *Porcentaje de residuos sólidos recolectados y transportados hacia la disposición final (%) al mes*: Indica el nivel de cumplimiento del servicio en relación con lo programado, expresado como porcentaje.

$$\% \text{ rrss} = \frac{\text{Total de km recorrido realizado en la recolección}}{\text{Total de km programados}} * 100 \quad (30)$$

- *Total de kilometros recorridos por día de residuos recolectados y transportados (km/mes)*: Corresponde a la sumatoria mensual de los kilómetros recorridos en las rutas de recolección.

La automatización de estos cálculos en Excel permite obtener resultados inmediatos y confiables, facilitando la elaboración de gráficos de tendencia y

comparativos mensuales. De esta forma, se puede evaluar el rendimiento operativo, identificar microrutas con menor cobertura y planificar estrategias de mejora en el servicio.

Figura 10

Formato del registro diario y mensual del servicio de recolección

Al completar este registro mensual, se generan gráficos automáticos en el Excel que permiten visualizar el comportamiento del servicio de recolección, facilitando la interpretación de resultados (ver Anexo 7).

Entre ellos destacan:

- *Gráfico de km recorridos por microruta/día*, donde permitirá identificar días con menor o mayor cobertura y evaluar la constancia del servicio.
- *Gráfico del Porcentaje de residuos transportados a disposición final*, donde permitirá microrutas o días con menor eficacia, ayudando a planificar mejoras.

La combinación de estos gráficos permite una visión integral del desempeño del servicio, ayudando a detectar variaciones, tendencias y oportunidades de mejora.

Asimismo, este formato mensual constituye la base para el registro anual consolidado, en el cual se integran los resultados de cada mes para el análisis global de la eficiencia del servicio de recolección de la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.2.2.2. Formato anual del servicio de recolección

A partir de los registros diarios y semanales de cada microruta y vehículo (Figura 10), se elaboró un consolidado anual del servicio. Este formato permite realizar un análisis integral de la eficacia, eficiencia y cobertura del servicio durante todo el año, facilitando

la identificación de tendencias, variaciones estacionales y oportunidades de mejora en la gestión operativa.

La Figura 11 presenta el formato anual de recolección, en el que se registran los valores mensuales obtenidos del registro mensual, permitiendo consolidar los principales indicadores del servicio:

- *Total de recorrido por microruta en anual:* es la sumatoria de los kilómetros registrados mensual en una misma microruta.

$$km/mes = \sum(km \text{ mes}) \quad (31)$$

- *Porcentaje de residuos sólidos recolectados y transportados hacia la disposición final (%) anual:* Indica el nivel de cumplimiento del servicio en relación con lo programado, expresado como porcentaje.

$$\%RRSS \text{ anual} = \sum(\%RRSS \text{ mes}) \quad (32)$$

- *Promedio total de recorrido por microruta en un año:* es el promedio de todos los reportes mensuales de Kilómetros recorridos según parte diario (km/día) realizadas todo el año.

Figura 11

Registro de la recolección y transporte de residuos sólidos municipales

REGISTRO DE LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES				
Mes	Total de recorrido realizado en la recolección & transporte de residuos sólidos mes (Km/mes)	Porcentaje de residuos sólidos recolectados&trans hacia la disposición final (%)	Promedio total de recorrido por microruta en (Km/día)	Total de residuos sólidos (t/mes)
ENERO				
FEBRERO				
MARZO				
ABRIL				
MAYO				
JUNIO				
JULIO				
AGOSTO				
SETIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				
TOTAL ANUAL				

Para complementar la interpretación de la Figura 11, se generó un gráfico de líneas múltiples (Anexo 6), que muestra simultáneamente:

- *Kilómetros recorridos por mes (km/mes)*, mostrando la cobertura alcanzada en cada periodo.
- *Porcentaje de residuos transportados a disposición final (%)*, reflejando la eficiencia del servicio de recolección en el manejo adecuado de los desechos.

Este formato anual consolidado facilita la toma de decisiones estratégicas, la planificación de recursos, la optimización de rutas y la rendición de cuentas, garantizando la eficiencia y continuidad del servicio a lo largo del año.

4.2.2.3. Control de personal e insumos

La Figura 12 muestra el formato que está en Excel donde se registrará de manera detallada el personal operativo asignado al servicio de recolección, así como el consumo de insumos necesarios para la ejecución del servicio. Este registro incluye:

- *Datos del personal:* nombre, cargo (chofer o ayudante), número de horas trabajadas diariamente y días efectivos de labor.
- *Consumo de insumos:* registro de bolsas, recogedores, escobas u otros materiales empleados en el servicio.

Figura 12

Registro de personal e insumos en el servicio de recolección

[illegible]

Este control permite a la Municipalidad Provincial de Tacna:

- a. **Monitorear la disponibilidad y distribución del personal** durante el mes, asegurando una asignación adecuada entre ayudantes y choferes.
- b. **Registrar las jornadas efectivas de trabajo y el total de horas laboradas**, facilitando el análisis de la productividad del personal.
- c. **Evaluar el consumo de insumos en relación con la magnitud del servicio prestado**, identificando posibles excesos o deficiencias y optimizando el uso de recursos.

Con base en los registros de los formatos mensuales y anuales (4.2.2.2 y 4.2.2.3), es posible elaborar una interpretación integral de los indicadores operacionales del servicio de recolección de residuos sólidos. El Anexo 7 presenta un formato completo de evaluación anual, que consolida toda la información recopilada durante el año y permite un análisis detallado del desempeño del servicio.

Este anexo incluye, como etapa final, el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, en el cual se registran los resultados de los indicadores operacionales, facilitando la identificación de áreas con buen desempeño y de aquellas que requieren mejoras.

4.2.2.4. Matriz de evaluación del servicio de recolección

Considerando las limitaciones identificadas en el diagnóstico (apartado 4.1), particularmente la ausencia de indicadores sistematizados de rendimiento vehicular, consumo de combustible y productividad del personal, se propone el siguiente sistema de control operativo para el servicio de recolección de residuos sólidos municipales.

Indicador de consumo específico de combustible

Considerando que el combustible constituye uno de los principales costos operativos del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, se incorpora el indicador de consumo específico de combustible, el cual permite evaluar el rendimiento energético de las unidades vehiculares y detectar posibles ineficiencias en la operación.

Fórmula:

$$CEC = \frac{\text{Galones consumidos}}{\text{Km recorridos}} \quad (33)$$

Unidad: gal/km

Frecuencia: mensual

Fuente: Registro de abastecimiento vehicular y parte diario de rutas.

Este indicador permite identificar variaciones en el desempeño de la flota, asociadas a factores como antigüedad vehicular, sobrecarga, tiempos muertos o deficiencias en la planificación de rutas.

Con base en los registros consolidados en los formatos mensuales y anuales (4.2.2.2 y 4.2.2.3), así como en el control detallado de personal e insumos (4.2.2.3), se dispone de un conjunto de datos completo que describe el funcionamiento operativo del servicio. Esta información permite analizar de manera integral el desempeño del servicio, evaluando la eficacia, eficiencia, cobertura, productividad y uso de recursos.

Para sistematizar esta evaluación, se propone la elaboración de una matriz de indicadores operacionales (Tabla 23), que constituye una herramienta práctica de planificación y control. La matriz integra los datos recopilados en los formatos y permite:

- Comparar los resultados reales con las metas establecidas para cada indicador.
- Visualizar de manera consolidada el desempeño del servicio en sus distintos componentes: kilómetros recorridos, residuos recolectados, eficiencia del personal y consumo de insumos.
- Facilitar la identificación de áreas críticas y oportunidades de mejora para optimizar la operación y la asignación de recursos.

De esta manera, la matriz de evaluación del servicio de recolección sirve como un puente entre la información recopilada en los registros operativos y la toma de decisiones estratégicas, garantizando un control integral del servicio y apoyando la transparencia y la rendición de cuentas de la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.2.3. Propuesta de formato para el control del servicio de recolección selectiva

El servicio de recolección selectiva cuenta con un formato específico en Excel, diseñado para registrar semanalmente la entrega de residuos reciclables por parte de cada asociación de recicladores formalizados.

4.2.3.1. Reporte semanal del servicio de recolección selectiva

Se observa el formato de registro semanal del servicio de recolección selectiva. La periodicidad semanal se justifica en que cada asociación entrega los residuos acumulados al finalizar la semana, lo que permite:

- Registrar los indicadores con unidad de medida, meta establecida y espacios para resultados y cumplimiento porcentual.

- Facilitar la planificación, control y seguimiento del servicio de manera sistemática.
- Integrar los resultados semanales y mensuales, proporcionando una visión anual del desempeño del servicio de recolección selectiva.

La Figura 13 presenta el Formato Semanal de Recolección selectiva, en el que se registran los valores diarios obtenidos del registro, permitiendo consolidar los principales indicadores del servicio:

Tabla 23*Matriz de Evaluación del Servicio de Recolección*

Indicador operacional a evaluar	Definición	Unidad de medida	Meta	Resultado obtenido	Cumplimiento (%)
Ayudante/vehículos programados/día	Cantidad de ayudantes asignados por vehículo recolector por día	Ayudantes/vehículo/día	1 ayudante por vehículo		
Cobertura de recolección (%)	Porcentaje de áreas programadas atendidas	% de áreas cubiertas	100%		
Comparación de toneladas recolectadas versus horas pagadas	Relación entre toneladas recolectadas y horas trabajadas	Toneladas/hora	≥ 0.5 toneladas/hora		
kg/kilómetro de sector	Kilogramos de residuos recolectados por kilómetro en un sector	kg/km	≥ 200 kg/km		
kg/kilómetro total recorrido	Kilogramos recolectados por kilómetro en total	kg/km	≥ 150 kg/km		
Toneladas/ayudante/día	Cantidad de toneladas recolectadas por cada ayudante al día	Toneladas/ayudante/día	≥ 3 toneladas		
Toneladas/sector/día	Total de toneladas recolectadas en cada sector por día	Toneladas/sector/día	≥ 5 toneladas		
Toneladas/tiempo total de recolección	Eficiencia de recolección en función del tiempo total invertido	Toneladas/tiempo (horas)	≥ 10 toneladas en 8 horas		
Toneladas/vehículos programados/día	Toneladas recolectadas por cada vehículo programado por día	Toneladas/vehículo/día	≥ 7 toneladas		
Tonelada/viaje	Cantidad de toneladas recolectadas por cada viaje del vehículo	Toneladas/viaje	≥ 2 toneladas		
Consumo específico de combustible	Relación entre galones consumidos y kilómetros recorridos por los vehículos de recolección	gal/km			

- *Residuos recolectados semanal*, suma todos los valores desde lunes hasta sábado de cada reciclador, mostrando el total de residuos recolectados por esa asociación o zona durante la semana.

$$\text{Residuos recolectados semanal} = \sum (\text{Residuos recolectados diarios}) \quad (34)$$

- *Residuos reciclables semanal*, corresponde al volumen total de materiales valorizables comercializados por cada asociación al finalizar la semana, conforme al registro de acopio y venta.
- *Total residuos recolectados semanal* (todas las asociaciones), suma todos los valores desde lunes hasta sábado de todos los recicladores, mostrando el total de residuos recolectados por esa asociación.

$$Total\ RRSS\ Recolectados\ semanal = \sum (RRSS\ Recolectados\ semanal\ de\ c/r) \quad (35)$$

- *Total residuos reciclables semanal*, sumatoria de los reciclables de todos los recicladores durante la semana

$$Total\ RRSS\ Reciclables\ semanal = \sum (RRSS\ Reciclables\ semanal\ de\ c/r) \quad (36)$$

Figura 13

Propuesta de registro semanal de recolección selectiva



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA
Unidad de Gestión de Residuos Sólidos

REGISTRO DE RECOLECCION SELECTIVA

Eficacia del servicio de barrido de calles (%)

AÑO			SEMANA		FECHAS				Del	al	
ASOCIACION	Reciclador	zona	Residuos recolectados diarios					Sab	Residuos recolectados semanal	residuos Reciclables semanal	
			Lun	Mar	Mie	Jue	Vie				
Otros											
			Total de los residuos recolectados semanal								
			total de residuos reciclables semanal								

El formato completo, junto con las fórmulas automatizadas que permiten generar los cálculos mencionados, se presenta en el Anexo 8.

En relación con la segregación en la fuente durante los días sábado, domingo y feriados, se establece que las asociaciones formalizadas mantienen la recolección únicamente en los días programados (lunes a sábado), mientras que los domingos y feriados no se realiza recolección selectiva, generándose una acumulación temporal de residuos reciclables en los domicilios adscritos al programa.

En consecuencia, el sistema de control propuesto permite identificar posibles variaciones en los volúmenes recuperados posteriores a días no laborables, facilitando la evaluación del impacto operativo y la planificación de ajustes en la frecuencia del servicio.

4.2.3.2. Reporte mensual de la recolección selectiva

A partir de los registros semanales, se elabora un resumen mensual (Figura 14) que consolida la información por semana, permitiendo visualizar la evolución del servicio durante cada mes.

- *Total residuos recolectados mensual* (todas las asociaciones), suma todos los valores de total de residuos recolectados semanal

$$\text{Total RRSS Recolectados mensual} = \sum(\text{Total RRSS Recolectados semanal}) \quad (37)$$

- *Total residuos reciclables mensual*, sumatoria de los reciclables de todos los recicladores durante todo el mes

$$\text{Total RRSS Reciclables mensual} = \sum(\text{Total RRSS Reciclables semanal}) \quad (38)$$

Figura 14

Reporte mensual de la recolección selectiva mensual

Rendimiento de recolección selectiva	Semana					Total mes
	1	2	3	4	5	
Residuos recolectados						
residuos Reciclables						

Con base en estos resultados, se pueden calcular indicadores operacionales clave, tales como:

- Residuos recolectados por asociación y microruta, a partir del registro diario de volúmenes y frecuencias de recolección.
- Residuos reciclables recuperados, considerando la segregación en la fuente y el acopio final.

- Eficiencia de recolección semanal y mensual, obtenida mediante la relación entre los residuos reciclables recuperados y el total de residuos recolectados.

Para complementar el análisis operativo del servicio, en el Anexo 8 se incorpora un gráfico comparativo de barras elaborado a partir del registro mensual. Este gráfico presenta, para cada semana del mes, la cantidad total de residuos recolectados y el volumen de residuos reciclables recuperados.

4.2.3.3. Reporte Anual de la recolección selectiva

El reporte anual de la recolección selectiva integra y consolida la información obtenida mes a mes a partir de los registros operativos de cada asociación y microruta. Este consolidado permite analizar el comportamiento global del servicio durante el año, evidenciando la cantidad total de residuos recolectados y el volumen de materiales reciclables recuperados, así como las variaciones en el rendimiento semanal y mensual.

La Figura 15 presenta el formato anual de recolección selectiva, en el que se registran los valores mensuales obtenidos del registro, permitiendo consolidar los principales indicadores del servicio:

- *Total de residuos recolectados anual*, suma todos los valores mensual, mostrando el total de residuos recolectados.

$$\text{Total de RR Recolectados anual} = \sum(\text{Total de RR Recolectados mensual}) \quad (39)$$

- *Total residuos reciclable anual*, sumatoria de los reciclables de todos los recicladores durante el año

$$\text{Total RRSS Reciclables anual} = \sum(\text{RRSS Reciclables mensual}) \quad (40)$$

Figura 15

Formato de Reporte Anual de la recolección selectiva

REGISTRO DE RECOLECCION SELECTIVA			
Mes	Residuos recolectados mensual	Residuos Reciclables mensual	Total de residuos solidos NO RECICLABLES
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SETIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
TOTAL ANUAL			

A partir de estos datos, se elaboran gráficos comparativos que muestran la evolución anual de la recolección selectiva, diferenciando los residuos recolectados de los residuos reciclables recuperados. Esta presentación visual facilita la identificación de tendencias, picos de generación, periodos de baja productividad y brechas entre lo recolectado y lo efectivamente valorizado.

Los resultados consolidados de estos indicadores se presentan en el Anexo 8, mostrando el rendimiento mensual de cada asociación y microruta, lo que permite realizar comparaciones entre meses y evaluar tendencias a lo largo del año.

Este anexo incluye, como etapa final, el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, en el cual se registran los resultados de los indicadores operacionales, facilitando la identificación de áreas con buen desempeño y de aquellas que requieren mejoras.

Indicador de eficiencia energética del servicio de recolección selectiva

Considerando que el servicio de recolección selectiva utiliza una unidad vehicular para el traslado de materiales valorizables desde las microrutas hacia el centro de acopio, se incorpora un indicador de eficiencia energética que permita evaluar el rendimiento operativo del vehículo asignado.

Fórmula:

$$CEC = \frac{\text{Galones consumidos}}{\text{Km recorridos}} \quad (41)$$

Unidad: gal/km

Frecuencia: mensual

Fuente: Registro de abastecimiento vehicular y parte diario de rutas.

Este indicador permitirá identificar sobrecostos operativos, variaciones en el rendimiento vehicular y posibles deficiencias en la planificación de rutas.

4.2.3.4. Matriz de evaluación del servicio de recolección selectiva

Con el objetivo de medir de manera integral la eficacia, eficiencia y valorización del servicio, se propone la matriz de indicadores operacionales que se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24

Matriz de evaluación del servicio de recolección selectiva

Indicador Operacional a Evaluar	Definición	Unidad de Medida	Meta	Resultado Obtenido	Cumplimiento (%)
Porcentaje de desvío de residuos	Mide el porcentaje de residuos que son desviados de los vertederos hacia el reciclaje u otros usos	% de residuos desviados	≥ 50%		
Rendimiento de la recolección selectiva mensual	Cantidad total de residuos recolectados selectivamente por mes	Toneladas/mes	≥ 20 toneladas		
Rendimiento efectivo de la recolección selectiva	Relación entre el volumen recolectado efectivamente versus el potencial estimado	% de rendimiento	≥ 80%		
Consumo de combustible	Relación entre galones consumidos y kilómetros recorridos por la unidad selectiva	gal/km	Establecer línea base		

De esta manera, la matriz constituye una herramienta práctica de planificación, control y evaluación, que permite vincular los registros semanales y mensuales con el análisis anual, facilitando la toma de decisiones estratégicas y a fortalecer los procesos de transparencia y control institucional en la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.2.4. Propuesta de formato para el control del Servicio de Disposición Final

El servicio de disposición final de residuos sólidos busca asegurar que los residuos recolectados sean correctamente tratados y depositados en los rellenos sanitarios o plantas de procesamiento, cumpliendo con la normativa ambiental vigente. Para evaluar este componente, se propone un registro mensual de disposición final y una matriz de indicadores operacionales, que permiten medir la cobertura, eficiencia y rendimiento de los procesos de disposición.

4.2.4.1. Registro diario y mensual del servicio de disposición final

El formato de registro mensual de disposición final, permite consolidar de manera sistemática la información sobre los residuos sólidos que ingresan a los sitios de disposición autorizados.

- Procedencia de los residuos y microruta de recolección.
- Placa de vehículo y turnos de operación.
- Tonelaje de residuos sólidos ingresados a disposición final por microruta y día.
- Porcentaje de residuos destinados a disposición final, tanto en el área de influencia del proyecto como en la jurisdicción de la Municipalidad Provincial.

En la Figura 16 se observa, el formato de registro diario y mensual del servicio, permitiendo consolidar los principales indicadores del servicio:

- *Total de residuos sólidos destinados a disposición final por microruta (t)*: este valor se obtiene sumando todas las toneladas que ingresaron a disposición final en los días del mes para cada microruta.

$$T \text{ de RRSS por microruta } (t) = \sum(T \text{ de RRSS destinados a DF diario por microruta}) \quad (41)$$

- *Toneladas de residuos que ingresan a disposición final en el área de influencia (t/día)*: Este valor representa la suma TOTAL diaria de todas las microrutas que pertenecen al área de influencia del proyecto.

$$T \text{ RRSS en el area de influencia } (t) = \sum(T \text{ de RRSS destinados a DF diario}) \quad (42)$$

- *Porcentaje de residuos destinados a disposición final (área de influencia)*

$$\% \text{ RRSS en el area de influencia} = \frac{t \text{ ingresadas a disposicion final}}{\text{Residuos generados en el area}} * 100 \quad (43)$$

- *Toneladas de residuos ingresados a disposición final en toda la municipalidad (t/día)*: se suman todos los ingresos diarios, tanto del área de influencia como de otras microrutas adicionales.

- *Porcentaje de residuos destinados a disposición final (municipalidad provincial)*

$$\% \text{ RRSS en DF (MPT)} = \frac{t \text{ totales ingresadas a disposicion final}}{\text{Residuos generadas según el ECRS municipal}} * 100 \quad (44)$$

Figura 16

Formato de registro de disposición final

[illegible]

Después de llenar el formato mensual se registra un reporte de indicadores de disposición final de manera automática en el Excel, que se explicara posteriormente en el Anexo 8.

4.2.4.2. Formato anual del registro del servicio de disposición final

El formato anual consolida los resultados de todos los meses, mostrando el total de residuos sólidos ingresados, el promedio mensual de porcentaje y el promedio acumulado de porcentaje de residuos gestionados correctamente (Figura 17). Este formato se alimenta de los registros mensuales, garantizando coherencia en la información y facilitando la evaluación de tendencias y desempeño anual.

Este registro anual permite:

- Evaluar el cumplimiento de metas anuales de disposición final.
- Facilitar la planificación de recursos y toma de decisiones estratégicas, al identificar meses con mayor o menor desempeño.

Después de llenar el formato anual se registra automáticamente dos tablas y un gráfico que se explicara posteriormente en el Anexo 9.

Figura 17*Formato anual del registro de disposición final*

Promedio acumulado de porcentaje de residuos sólidos destinados a disposición final en el área de influencia del proyecto* MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA			
Mes	Total de residuos sólidos (t/mes)	Promedio de porcentaje (%)	Promedio <u>acumulado</u> de porcentaje (%)
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SETIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
TOTAL			

4.2.4.3. Matriz de evaluación del servicio de disposición final

La matriz de indicadores operacionales (Tabla 25) permite medir de manera integral la eficacia, eficiencia y valorización del servicio, consolidando los datos del registro mensual y anual. Cada indicador incluye su definición, unidad de medida, meta, resultados obtenidos y cumplimiento porcentual, facilitando el seguimiento sistemático y cuantificable.

De esta manera, el servicio de disposición final cierra el ciclo de limpieza pública, asegurando que los residuos sean gestionados de forma eficiente, segura y ambientalmente responsable, completando la cadena de control y evaluación iniciada en los servicios de barrido, recolección y recolección selectiva.

Entre los indicadores considerados destacan:

Tabla 25*Matriz de evaluación del servicio de disposición Final*

Indicador operacional a evaluar	Definición	Unidad de Medida	Meta	Resultado Obtenido	Cumplimiento (%)
Cobertura del servicio de disposición final (%)	Mide el porcentaje de áreas servidas en relación con el total planificado para disposición final.	% de cobertura	$\geq 90\%$		
Relación entre capacidad neta y volumen a ocupar en un relleno	Evalúa el uso de la capacidad disponible en el relleno sanitario frente al volumen de residuos.	% uso de capacidad	$\leq 80\%$		
Rendimiento de compost por tonelada de residuo	Indica la cantidad de compost producido por cada tonelada de residuos orgánicos procesados.	Toneladas de compost/tonelada de residuo	≥ 0.7 toneladas		
Toneladas recibidas/horas máquina	Mide la eficiencia de los equipos en la recepción y manejo de residuos en toneladas por hora.	Toneladas/hora	≥ 10 toneladas		

4.3. Validación de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales

El propósito de esta etapa es asegurar que la propuesta elaborada, que incluye la matriz de indicadores operacionales y los formatos de registro mensuales y anuales, sea técnicamente viable, aplicable en campo y coherente con la gestión real del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna (MPT).

4.3.1. Proceso de validación

Con el propósito de verificar la confiabilidad y pertinencia de la propuesta metodológica, se llevó a cabo un proceso de validación mediante la consulta a especialistas con experiencia comprobada en la gestión de residuos sólidos.

La validación tuvo como objetivo determinar si los formatos e indicadores diseñados resultan adecuados para evaluar el desempeño operativo del servicio, asegurando que la propuesta sea factible y aplicable en el contexto institucional de la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.3.2. Descripción del trabajo de validación

La validación se realizó a través de entrevistas estructuradas y cuestionarios dirigidos a un grupo de expertos vinculados directamente con la gestión ambiental de la Municipalidad Provincial de Tacna. Estos especialistas poseen cargos técnicos y administrativos relacionados con el manejo integral de residuos sólidos.

La información de los participantes se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26

Especialistas participantes en la validación de la propuesta

Apellido, Nombre	Cargo
Evaluador 1	Gerente De Gestión Ambiental Municipalidad Provincial de Tacna
Evaluador 2	Sub gerente de protección ambiental y servicios a la ciudad. Municipalidad Provincial de Tacna
Evaluador 3	Jefe de la unidad de gestión de residuos solidos Municipalidad Provincial de Tacna

Se elaboró un instrumento de tipo cuestionario basado en los componentes principales de la propuesta metodológica, con el fin de medir el nivel de validez asignado por los expertos a cada etapa del sistema de indicadores.

Cada sección del instrumento fue evaluada en una escala de tres niveles: Alta (3 puntos), Media (2 puntos) y Baja (1 punto). La estructura del instrumento se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27*Matriz del instrumento de validación de la propuesta*

Método	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Media	Baja
		3	2	1
Paso 1 Diagnóstico de la situación actual del servicio de limpieza pública	¿Qué grado de validez le otorga el diagnóstico de la situación actual para evaluar la eficacia, eficiencia y cobertura del servicio de limpieza pública?			
Paso 2 Identificación de indicadores operacionales	¿Qué grado de validez le otorga la selección de indicadores operacionales para medir los componentes del servicio (barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final)?			
Paso 3 Definición de fórmulas y unidades de medida	¿Qué grado de validez le otorga la definición de fórmulas y unidades de medida de los indicadores para garantizar la correcta evaluación del servicio?			
Paso 4 Aplicación y medición de los indicadores	¿Qué grado de validez le otorga la Aplicación de indicadores operacionales para analizar el desempeño del servicio?			

(2025)

El cuestionario se diseñó considerando los componentes y criterios de la propuesta, planteando preguntas asociadas a cada etapa de la evaluación del servicio. Cada experto determino el grado de validez de cada criterio según la escala indicada:

El encuestado determinará el grado de validez según la escala de valoración indicada en dicha tabla, es decir, tres si es grado de validez alto, dos, si el grado de validez se considera medio y uno si se considera un grado de validez bajo.

4.3.3. Resultados de la validación por expertos

Los resultados del cuestionario muestran una tendencia favorable en todos los componentes evaluados, lo cual refleja que la propuesta cuenta con el respaldo técnico de los expertos en el tema.

Los resultados consolidados se presentan en la Tabla 29.

Tabla 28

Tendencia de los resultados resumen del cuestionario aplicado sobre los procesos del método para la propuesta de evaluación de indicadores operacionales

Pasos del método	Tendencia de validez
Paso 1: Diagnóstico de la situación actual del servicio de limpieza pública	Alta
Paso 2: Identificación de indicadores operacionales	Alta
Paso 3: Definición de fórmulas y unidades de medida de los indicadores	Alta
Paso 4: Aplicación y medición de los indicadores	Alta

4.3.4. Escala de interpretación

Para la interpretación de los resultados, se estableció una escala que clasifica la validez de la propuesta según el puntaje total obtenido.

Tabla 29

Escalas de validez

Niveles	Puntajes
Alta validez de la metodología	9 - 12
Baja validez de la metodología	4 - 8

4.3.5. Comprobación estadística de validez

Con el objetivo de corroborar la validez de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales para el servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna, se realizó un análisis estadístico utilizando la prueba t de Student, dado que el número de expertos consultados es menor a 30.

Fórmula

$$T_c = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \quad (45)$$

Donde:

$\bar{X}$ = Media muestral

μ = Media poblacional

S = Derivación estándar

N = Tamaño de muestra

T (crítico) = Valor obtenido de la tabla t-Student

a. Formulación de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0): $\mu < 8$ Baja validez de la metodología

Hipótesis alterna (H_1): $\mu > 8$ Alta validez de metodología

b. Nivel de significación

A: 5% Nivel de significación

c. Grados de libertad

GL = $n-1$

Donde n = tamaño de la muestra (expertos entrevistados)

GL = 2

d. Datos de la muestra

Se consultaron 3 especialistas en gestión ambiental de la Municipalidad Provincial de Tacna, quienes evaluaron los cuatro componentes de la propuesta metodológica (diagnóstico, selección de indicadores, definición de fórmulas y aplicación de indicadores). Los puntajes obtenidos fueron:

Tabla 30

Resumen de la validación de la propuesta metodológica mediante expertos

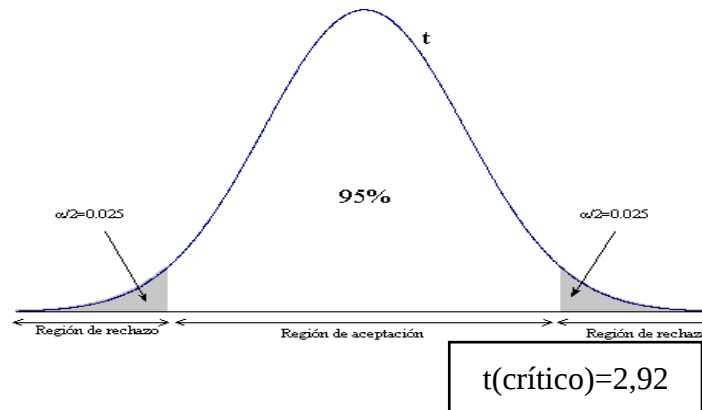
Experto	Cargo	Puntaje total	Escala de validez
Evaluador 1	Gerente de Gestión Ambiental	12	Alta
Evaluador 2	Subgerente de Protección Ambiental y Servicios a la Ciudad	11	Alta
Evaluador 3	Jefe de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos	12	Alta

Nota: La escala de validez se basó en la siguiente ponderación: Alta (3 puntos por componente), Media (2 puntos) y Baja (1 punto). La sumatoria máxima posible fue 12 puntos.

e. Zona de aceptación y de rechazo

Para

$\alpha = 5\%$ o 0.05



El valor de $t(\text{crítico})$, se obtiene de la tabla de distribución normal para lo cual con un grado de libertad $Gl=2$ y un nivel de significancia de $\alpha=5\%$, da como resultado un $t(\text{crítico})= 2,92$.

f. Resultados de la aplicación del estadístico de prueba

Reemplazando los datos del análisis estadístico, en el estadístico de prueba "t", se obtiene lo siguiente:

$$T(\text{calculado}) = \frac{11,6-8}{0,58/\sqrt{3}} \quad (46)$$

Se tiene que el valor de $t(\text{calculado})=10,75$

g. Regla de decisión

Si $t(\text{crítico}) < t(\text{calculado})$ Entonces se rechaza la hipótesis

Si $t(\text{crítico}) > t(\text{calculado})$ Entonces se acepta la hipótesis

h. Decisión

Como el valor de $t(\text{obtenido}) = 10,75$ es mayor a $t(\text{crítico}) = 2,92$, entonces se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y en consecuencia se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

i. Conclusión estadística

Se concluye que, con un nivel de confianza del 95% el nivel de validez de la metodología propuesta es alta, por lo tanto, constituye una alternativa viable para la solución del problema de investigación según los expertos.

4.3.6. Análisis general de la verificación de la hipótesis general

Considerando los resultados obtenidos de la validación por expertos y el análisis estadístico de validez (prueba T de Student), se demuestra que la propuesta de evaluación de indicadores operacionales es alta en validez, según la percepción de los especialistas en gestión de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Por lo tanto, se concluye que la implementación de la propuesta constituye una alternativa viable y técnicamente respaldada para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública. Con un nivel de confianza del 95%, se verifica la hipótesis planteada, confirmando que la propuesta puede contribuir efectivamente a la optimización y control del servicio.

4.3.7. Informe técnico de validación de la propuesta

En cumplimiento del proceso de evaluación metodológica, se elaboró un informe técnico consolidado a partir de las valoraciones emitidas por los tres especialistas en gestión ambiental de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Los expertos coincidieron en que la propuesta de evaluación de indicadores operacionales presenta coherencia técnica, pertinencia institucional y aplicabilidad práctica dentro del contexto real del servicio de limpieza pública. Se destacó que los formatos diseñados permiten mejorar el control operativo, optimizar la toma de decisiones y fortalecer el seguimiento de la eficiencia y cobertura del servicio.

Asimismo, se consideró que la definición de fórmulas y unidades de medida es adecuada y facilita la estandarización del registro de información. La aplicación de indicadores propuestos contribuiría a identificar brechas operativas y oportunidades de mejora continua.

Las observaciones menores realizadas por los especialistas fueron incorporadas en la versión final de la propuesta, fortaleciendo su claridad y precisión técnica.

Las matrices individuales firmadas por los expertos se adjuntan en los anexos correspondientes como respaldo documental del proceso de validación.

En consecuencia, se concluye que la propuesta cuenta con sustento técnico suficiente para su implementación institucional.

4.4. Simulación de aplicación del sistema propuesto

La simulación de aplicación del sistema propuesto permitió ejecutar las fórmulas establecidas en los formatos de control mensual y en las matrices de evaluación diseñadas en la presente investigación, con el propósito de verificar la coherencia de los cálculos, la funcionalidad de la automatización en Excel y la utilidad práctica de los indicadores para la toma de decisiones en el servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.4.1. Objetivo de la simulación

La simulación tuvo como objetivo evaluar la funcionalidad operativa del sistema de indicadores propuesto, verificando la coherencia de las fórmulas, la automatización en Excel y la utilidad de los resultados para la toma de decisiones en el servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Tacna.

4.4.2. Metodología de la simulación

Se emplearon datos reales correspondientes a un mes representativo de operación del servicio de limpieza pública, los cuales fueron obtenidos de los registros oficiales de la Municipalidad Provincial de Tacna. La información utilizada comprendió:

- Partes diarios del servicio de barrido
- Partes diarios del servicio de recolección convencional
- Registro de ingreso de residuos sólidos en la planta de valorización
- Registro de ingreso de residuos sólidos a disposición final
- Registro de personal mensual contratados y nombrados
- Reportes de abastecimiento y consumo de combustible de las unidades vehiculares

Los datos fueron ingresados en los formatos automatizados en Excel diseñados en la propuesta, activándose las fórmulas previamente establecidas para el cálculo de los indicadores de eficacia, eficiencia, cobertura y consumo energético. Posteriormente,

el sistema generó de manera automática los resultados consolidados mensuales y los gráficos comparativos correspondientes.

4.4.3. Aplicación del sistema al servicio de barrido de calles

Para el servicio de barrido de calles se ingresaron en el formato automatizado los datos correspondientes al mes evaluado, incluyendo kilómetros lineales programados y ejecutados, número de operarios asignados, jornadas efectivas de trabajo y horas-hombre registradas.

A partir de esta información, el sistema generó automáticamente los indicadores operacionales definidos en la propuesta, tales como:

- Cumplimiento del barrido programado.
- Rendimiento operativo (km lineales por hora-hombre).
- Productividad por operario.
- Cobertura del servicio.

El procesamiento automatizado permitió consolidar los datos diarios y semanales en un reporte mensual, generando además gráficos comparativos que facilitan la identificación de variaciones en el desempeño del servicio

Los resultados obtenidos evidenciaron el nivel real de cumplimiento del programa de barrido, permitiendo identificar sectores con menor rendimiento y posibles oportunidades de optimización en la asignación del personal.

El desarrollo detallado del registro aplicado y los gráficos generados se presenta en el Anexo 6.

4.4.4. Aplicación del sistema al servicio de recolección convencional

Para el servicio de recolección convencional se ingresaron en el formato automatizado los datos correspondientes al mes evaluado, incluyendo cantidad de residuos recolectados (t/mes), número de ayudantes y choferes efectivos, jornadas trabajadas, horas totales registradas, número de vehículos programados, viajes realizados y longitud total recorrida.

A partir de esta información, el sistema generó automáticamente los indicadores operacionales definidos en la propuesta, tales como:

- Cumplimiento de la recolección programada.
- Rendimiento operativo (t recolectadas por jornada).
- Productividad por ayudante.
- Cobertura del servicio (% población atendida).
- Índice de utilización de vehículos.
- Rendimiento por kilómetro recorrido.

El procesamiento automatizado permitió consolidar los datos diarios en reportes semanales y mensuales, generando gráficos comparativos que facilitan la evaluación del desempeño operativo y la identificación de posibles ineficiencias en rutas, tiempos de trabajo o distribución de personal.

Los resultados obtenidos permitieron verificar el nivel de cumplimiento del servicio, así como identificar sectores con mayores tiempos de recolección o menor rendimiento por jornada, constituyendo una herramienta útil para la toma de decisiones en la optimización de rutas y asignación de recursos.

El desarrollo detallado del registro aplicado y los gráficos generados se presenta en el Anexo 7.

4.4.5. Aplicación del sistema al servicio de recolección selectiva

Para el servicio de recolección selectiva se ingresaron en el sistema automatizado los datos referidos a la cantidad de residuos reciclables recolectados (t/mes), residuos totales recolectados y residuos efectivamente recuperados.

Con base en esta información, el sistema generó automáticamente los siguientes indicadores operacionales:

- Tasa de recuperación de residuos reciclables (%).
- Participación de residuos reciclables respecto al total recolectado.
- Eficiencia del proceso de segregación.
- Rendimiento mensual de recuperación.

El sistema permitió comparar los volúmenes recuperados frente al total recolectado, facilitando la evaluación del desempeño del programa de segregación en la fuente y su impacto en la reducción de residuos destinados a disposición final.

Asimismo, los gráficos generados permiten visualizar tendencias mensuales y evaluar la sostenibilidad del servicio en términos de aprovechamiento de materiales reciclables.

El detalle de los registros y resultados obtenidos se presenta en el Anexo 8.

4.4.6. Aplicación del sistema al servicio de disposición final

En el servicio de disposición final se ingresaron al formato automatizado los datos relacionados con la cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario (t/mes) y las horas-máquina empleadas durante el periodo evaluado.

A partir de esta información, el sistema generó automáticamente indicadores como:

- Rendimiento de operación del relleno sanitario (t por hora-máquina).
- Relación entre residuos dispuestos y capacidad operativa.
- Índice de eficiencia del uso de maquinaria.

La automatización permitió evaluar la coherencia entre el volumen de residuos recibidos y el tiempo de operación de maquinaria pesada, facilitando la detección de posibles sobrecargas operativas o subutilización de recursos.

Los resultados obtenidos constituyen una base técnica para la mejora en la planificación operativa y el control del servicio de disposición final.

El detalle del registro aplicado se presenta en el Anexo 9.

En conjunto, la simulación aplicada a los cuatro servicios permitió verificar la funcionalidad integral del sistema propuesto, evidenciando la coherencia de las fórmulas automatizadas y la utilidad práctica de los indicadores como herramienta de gestión para la mejora continua del servicio de limpieza pública.

Tabla 31*Tabla resumen de indicadores obtenidos por servicio*

Servicio	Indicador operacional a evaluar	Unidad de medida	Meta	Resultado actual	Nivel de cumplimiento
Barrido	Cobertura del barrido de calles (%)	%	95%		
Barrido	Comparación de kilómetros barridos versus horas pagadas	km/hora	≥ 2 km/h		
Barrido	Consumo de bolsas/barredor/día	Bolsas/día	≤ 10 bolsas		
Barrido	Consumo de bolsas/ kilómetro barrido	Bolsas/km	≤ 5 bolsas/km		
Barrido	Consumo de escobas/kilómetro barrido	Escobas/km	≤ 1 escoba/km		
Barrido	km lineales barridos/barredor/día (calles)	km/día	3 km/día		
Barrido	m2 barridos/barredor/día (plazas)	m ² /día	500 m ² /día		
Recolección	Ayudante/vehículos programados/día	Ayudantes/vehículo/día	1 ayudante por vehículo		
Recolección	Cobertura de recolección (%)	% de áreas cubiertas	100%		
Recolección	Comparación de toneladas recolectadas versus horas pagada	Toneladas/hora	≥ 0.5 toneladas/hora		
Recolección	kg/kilómetro de sector	kg/km	≥ 200 kg/km		
Recolección	kg/kilómetro total recorrido	kg/km	≥ 150 kg/km		
Recolección	Toneladas/ayudante/día	Toneladas/ayudante/día	≥ 3 toneladas		
Recolección	Toneladas/sector/día	Toneladas/sector/día	≥ 5 toneladas		

Tabla 32 (continuación)

Servicio	Indicador operacional a evaluar	Unidad de medida	Meta	Resultado actual	Nivel de cumplimiento
Recolección	Toneladas/tiempo total de recolección	Toneladas/tiempo (horas)	≥ 10 toneladas en 8 horas		
Recolección	Toneladas/vehículos programados/día	Toneladas/vehículo/día	≥ 7 toneladas		
Recolección	Tonelada/viaje	Toneladas/viaje	≥ 2 toneladas		
Recolección	Consumo específico de combustible	gal/km			
Recolección Selectiva	Porcentaje de desvío de residuos	% de residuos desviados	≥ 50%		
Recolección Selectiva	Rendimiento de la recolección selectiva mensual	Toneladas/mes	≥ 20 toneladas		
Recolección Selectiva	Rendimiento efectivo de la recolección selectiva	% de rendimiento	≥ 80%		
Recolección Selectiva	Consumo de combustible	gal/km	Establecer línea base		
Disposición final	Cobertura del servicio de disposición final (%)	% de cobertura	≥ 90%		
Disposición Final	Relación entre capacidad neta y volumen a ocupar en un relleno	% uso de capacidad	≤ 80%		
Disposición Final	Rendimiento de compost por tonelada de residuo	Toneladas de compost/tonelada de residuo	≥ 0.7 toneladas		
Disposición Final	Toneladas recibidas/horas máquina	Toneladas/hora	≥ 10 toneladas		

CAPITULO V: DISCUSIÓN

La propuesta de evaluación de indicadores operacionales, diseñada con el propósito de mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna, permitió cumplir con los objetivos específicos planteados en esta investigación.

Respecto en realizar un diagnóstico del estado actual del servicio, los registros obtenidos del barrido, recolección, recolección selectiva y disposición final evidenciaron la cobertura y eficiencia de cada componente. En el barrido de calles, se identificó variabilidad en la eficiencia entre microrutas, lo que indica la necesidad de optimizar la asignación de personal y los horarios de trabajo. Este hallazgo es consistente con estudios locales (Arteaga Ninasevincha, 2021) y refuerza la importancia del diagnóstico como paso inicial para la mejora operativa.

En relación con el segundo objetivo específico, que consistía en desarrollar la propuesta de evaluación de indicadores operacionales, los formatos mensuales y anuales, junto con el control de personal e insumos, proporcionaron información detallada sobre desempeño, consumo de recursos y cobertura del servicio. La implementación de estos indicadores permitió medir de manera objetiva la eficiencia operativa, y los resultados coinciden con modelos internacionales de planificación basada en indicadores (López Marín, 2024), demostrando que una gestión basada en información sistemática incrementa la efectividad y sostenibilidad del servicio.

La validez de la propuesta desde la percepción de expertos, la aplicación de la prueba estadística T de Student sobre las respuestas de los especialistas confirmó que la metodología posee alta validez, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, la propuesta fue respaldada técnicamente por los expertos y puede considerarse viable para su implementación en la Municipalidad Provincial de Tacna. queda confirmada, dado que los resultados muestran que la metodología propuesta permite evaluar integralmente el servicio, identificar áreas de mejora y ofrecer información confiable para la toma de decisiones estratégicas y la optimización de recursos.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas sobre la gestión de residuos sólidos (Iparraguirre Bedoya y Ramos Zamora, 2021; Ticona Sotomayor, 2021; Cabrera Huamanñahui et al., 2021), que destacan que la planificación basada en indicadores operacionales incrementa la eficiencia y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.

CONCLUSIONES

La evaluación del servicio de limpieza pública evidenció que, si bien se cumplen parcialmente los programas de barrido y recolección, existen deficiencias en la cobertura, eficiencia en el uso de recursos y recolección selectiva de residuos. Los registros diarios y mensuales muestran variaciones en la eficacia de los distintos componentes, indicando la necesidad de contar con un sistema integral de seguimiento y control que permita identificar oportunidades de mejora en la planificación y ejecución del servicio.

La propuesta presentada integra indicadores operacionales específicos para cada componente del servicio: barrido de calles, recolección de residuos, recolección selectiva y disposición final. Cada indicador incluye definición, fórmula de cálculo, unidad de medida, meta, responsable y frecuencia de medición. Esta propuesta permite medir de manera sistemática la eficacia, eficiencia y cobertura del servicio, facilitando la identificación de fortalezas y debilidades, y sirviendo como herramienta para la planificación, control y mejora continua de la gestión del servicio de limpieza pública.

La validación realizada por expertos en gestión de residuos sólidos y municipalidad confirmó que la propuesta es alta en validez, siendo percibida como clara, relevante y aplicable. Los expertos respaldaron tanto la selección de los indicadores como la definición de fórmulas y la factibilidad de su aplicación, asegurando que la implementación de la propuesta permitirá mejorar la gestión operativa, optimizar recursos, incrementar la cobertura y elevar la eficacia y eficiencia del servicio.

La implementación de la propuesta de evaluación de indicadores operacionales constituye una herramienta confiable y pertinente para mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna. Su aplicación sistemática permitirá un seguimiento integral del desempeño, la toma de decisiones basada en evidencia y la adopción de medidas correctivas y preventivas que contribuyan a la eficiencia, eficacia y sostenibilidad del servicio.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Tacna adopte y aplique de manera sistemática la propuesta de evaluación de indicadores operacionales para los componentes del servicio de limpieza pública. Esto permitirá monitorear la eficacia, eficiencia y cobertura del barrido de calles, recolección de residuos, recolección selectiva y disposición final, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia.

Se sugiere capacitar a los trabajadores y supervisores en la correcta utilización de los registros, formatos y medición de los indicadores, con el objetivo de garantizar la consistencia de la información y fomentar la eficiencia en el uso de recursos humanos y materiales.

Se aconseja fortalecer la recolección selectiva mediante la coordinación con asociaciones de recicladores y la promoción de la separación en la fuente, así como optimizar la disposición final de residuos mediante un control eficiente de la capacidad de los rellenos sanitarios y la producción de compost.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Quispe, A. A. (2023). *Logística de la Gestión Integral de Residuos Sólidos y Calidad del Servicio de Limpieza Pública en la Municipalidad Provincial Carabaya - Macusani*, 2023. 89.
- Aragón, J. (2017). *Gestión pública y control de recursos municipales*. Editorial Universitaria.
- Arteaga Ninasevincha, V. B. (2021). *Servicio de barrido y limpieza de los espacios públicos y sus efectos en la satisfacción de los pobladores de la zona urbana del distrito del Carmen-Chincha-Ica*.
<https://repositorio.unica.edu.pe/items/2fe7b841-5730-487a-ac5e-aaf68d64385e>
- Cabrera Huamanñahui, Candia Sánchez, y Flores Rivero. (2021). *Propuesta de fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos y servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Abancay – Apurímac*.
- Cárdenas, J. (2020). *Validación de indicadores de gestión ambiental mediante juicio de expertos en municipalidades provinciales del Perú* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional UNMSM.
- Ceballos, R., Jara, J., y Rivas, M. (2021). *Gestión de residuos sólidos: Desafíos y oportunidades en las ciudades peruanas*. Editorial Universitaria.
- Chávez Orué, M. H., Comeca Rivera, E., y Poves Vidal, S. R. (2019). *Evaluación de la gestión municipal con énfasis en los servicios de limpieza, seguridad y transporte desde la perspectiva del ciudadano, propuestas de mejoras, San Luis - 2017*.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/index.php/Record/USMP_5548e2deba0a9e612d3cbc2b2e044b39/Cite
- Chiavenato, I. (2017). *Introducción a la teoría general de la administración* (8.^a ed.). McGraw-Hill.
- Correa Aguilera, J. S. (2021). *Diagnostico organizacional y plan estratégico en la Gerencia de Desarrollo Rural y Urbano, Municipalidad Provincial de Tumbes - 2019*.
- Cruz, B., y Díaz, J. (2020). *La gestión pública como clave en el fortalecimiento de las empresas del Estado*. *Revista de Ciencias Económicas y Empresariales*, 5(10), 334–347. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i10.1812>

- Decreto Legislativo N° 1278. (2016). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Publicado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), Lima, Perú.
- Delgado, C. (2020). *Satisfacción ciudadana y servicios públicos locales: un enfoque de evaluación integral*. Revista de Administración Pública, 12(2), 55-70.
- Drucker, P. (2016). *La gerencia efectiva*. Editorial Sudamericana.
- Durand Mostajo, y Mamani Condori. (2024). *Implementación de las 5S en la gestión de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de Ilo*.
- Gamarra, J., y Salazar, P. (2020). *Cobertura del servicio de limpieza pública y equidad social en municipios*. Revista Latinoamericana de Políticas Ambientales, 4(3), 101-118.
- García, A. (2019). *Sistema de Indicadores para la Evaluación Integral y control de la Gestión de Residuos Municipales*.
- Gómez, J., y Rojas, D. (2020). *Validación experta de programas de gestión de residuos sólidos urbanos en municipios intermedios de Colombia*. Revista de Gestión Ambiental Latinoamericana, 12(3), 55-67.
- Gonzales Borda, J. C. (2007). *Servicios municipales y satisfacción ciudadana en el distrito de concepción, Junin - Perú*.
- Gonzales, R. (2020). *Eficiencia en la gestión de residuos solidos municipales en la región Lambayeque, 2020*.
- Guerrero, L. A., Maas, G., y Hogland, W. (2019). *Solid waste management challenges for cities in developing countries*. Waste Management.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Huaqui Blas, J. L. (2022). *Servicio de recolección de residuos sólidos limpieza pública y capacidad de gestión operativa e institucional de la Municipalidad Distrital De Chancay 2021*. 167–186.
- IGSM. (2025). *Índice de gestión de servicios municipales 2025*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Perú: Indicadores de Gestión Municipal 2022 - Informes y publicaciones* - Instituto Nacional de Estadística e Informática - Plataforma del Estado Peruano. Indicadora de Gestion Municipal 2022, 136–138. <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/4234921-peru-indicadores-de-gestion-municipal-2022>

- Iparraguirre Bedoya, y Ramos Zamora. (2021). Propuesta de un programa de valorización de residuos sólidos municipales para la sostenibilidad ambiental en el distrito de Pocollay, 2021.
- ISO. (2015). Norma ISO 9001:2015 – *Sistemas de gestión de la calidad*. Requisitos. Organización Internacional de Normalización.
- Koontz, H., y Weihrich, H. (2016). *Administración: Una perspectiva global y empresarial* (14.^a ed.). McGraw-Hill.
- León, F., y Huamán, V. (2021). *Economía circular y gestión municipal de residuos: retos y oportunidades*. Revista de Sostenibilidad Ambiental, 9(2), 88-104.
- Ley Orgánica de Municipalidades. (2003). LEY N°27972. Diario El Peruano.
- Ley Orgánica de Municipalidades. (2012). Ley N° 27972 ley Orgánica del Municipalidades. Diario El Peruano., 28611.(2), 1–86. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf
- López Marín, A. (2024). *Optimización y evaluación de modelo de gestión de residuos sólidos domiciliarios y alternativas de tratamiento para la Región de la Araucanía*. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/203702>
- Madrid Medina, I. I. (2024). *Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos municipales en el Centro Poblado de Vila Vila, distrito de Sama Las Yaras, Tacna, 2023*. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3815>
- Mamani Quispe y Yanqui Marca. (2022). *Caracterización de residuos sólidos y propuesta para mejora de rutas de recolección de residuos sólidos en el distrito de Tarata, región Tacna, 2022*.
- Mamani, E. (2021). *Propuesta de indicadores de gestión para el servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNA Puno.
- Martínez Córdoba P. (2021). *Eficiencia en la Gestión de los Servicios Públicos Municipales*. 1–83. <http://hdl.handle.net/10201/111409>
- Martínez, P. (2018). *El juicio de expertos como técnica de validación de instrumentos de investigación: ventajas y limitaciones*. Revista de Investigación Educativa, 36(2), 435-453.
- Ministerio de Educación. (2011). Resolución Ministerial N°298-2011-MINCETUR/DM. In 2022: Vol. Plan Estra (p. 103).

http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). Guía Para La Gestión Operativa Del Servicio De Limpieza Pública. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 4–100. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-guia-gestion-operativa-servicio-limpieza-publica>

Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Legislativo No 1278. Diario Oficial El Peruano, 35. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-Nº-1278.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2024). Plan Nacional De Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ministerio Del Ambiente, 80. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/IMPRIMIR-PLANRES-2016-2024-25-07-16.pdf>

MUNICIPALIDAD DE SAN JERONIMO. (2008). Plan de Valorizacion de Residuos (pp. 1–40).

Municipalidad Distrital de Marcona. (2023). Diagnostico de Brechas de la Municipalidad Distrital de Marcona 2023. https://munimarcona.gob.pe/wp-content/uploads/Gestion2023/Diagnostico_de_Brechas_2023.pdf

Municipalidad Distrital Independencia. (2020). Plan Distrital De Manejo De Residuos Sólidos Municipales Del Distrito Independencia. <https://smia.munlima.gob.pe/documentos-publicacion/detalle/920>

Patrick, K., Scutchfield, F. D., y Seidman, C. S. (1997). *Annual Progress Report. In American Journal of Preventive Medicine* (Vol. 13, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s0749-3797\(18\)30215-0](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(18)30215-0)

Pérez, L., y Morales, A. (2019). *El papel de los expertos en la gestión pública local: aportes para la toma de decisiones*. *Revista Gestión Pública y Desarrollo*, 8(2), 45-59.

Quispe, J. (2020). *La validación de propuestas en la gestión pública municipal mediante juicio de expertos* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM.

- Rivera, G., Jiménez, W., Quispe, E., y Ramírez, H. (2020). *La prestación del servicio de Limpieza Pública en el Perú. In Documento de Investigación en Control Gubernamental*. Contraloría General de la República. Lima, Perú. (pp. 2–8).
- Robbins, S., y Coulter, M. (2018). *Administración* (13.^a ed.). Pearson Educación.
- Romero Lavín, L. (2023). *Propuesta para la gestión de residuos sólidos domiciliarios en la línea 1 de metro de Santiago*. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/198309>
- Rodriguez Neyra, C. D. (2023). *Gestión por procesos para el servicio de limpieza pública en una entidad municipal de Lambayeque*.
- Rodríguez, M., y Pérez, T. (2022). *Percepción ciudadana sobre la calidad de los servicios de limpieza en la Municipalidad de Tacna*. *Revista de Gestión Ambiental*.
- Roldan Ruiz, P., Tuesta Chavez, Y., Valverde Arce, S., y Campos Flores, D. (n.d.). *Guía de cuaderno de trabajo*.
- Rossell Taype, C. E., Mejía Juárez, J. A., y Jamett Salazar, O. E. (2022). *Brecha Del Servicio De Limpieza Publica En El Distrito Del Callao, Perú*. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 2022(9), 154–172. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202201.008>
- Rubio, V. O. (1993). *Gestión Publica Centro De Estudios Sobre Economía Del Sector Publico Investigación*. 1–32.
- Rujel Gonzalez, A. J. (2023). *Eficiencia en la gestión de residuos sólidos municipales en la región Lambayeque, 2020*.
- Salazar, M. (2021). *La importancia de la validez y confiabilidad en la investigación aplicada* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM.
- Sánchez, F., y Torres, K. (2019). *Indicadores operacionales en la gestión pública local: un análisis aplicado*. *Revista de Evaluación y Políticas Locales*, 7(2), 67-83.
- SENACE. (2004). *Ley General de Residuos Sólidos Ley-27314*. *El Peruano*, 1–36.
- Sepúlveda, J. A. M. (2016). *Outlook of municipal solid waste in Bogota (Colombia)*. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(3), 477–483. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2016.477.483>
- Silpa Kaza, L. Y., Bhada Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). *What A Waste 2.0 A Global Snapshot Of Solid Waste Management To 2050* (Vol. 17).

- Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., y Terraza, H. (2011). *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe 2010*.
- Terán, M. (2024). *Gestión municipal y su influencia en la calidad del servicio, Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital, Tumbes, 2020. Universidad Nacional de Tumbes, 70.*
<https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/63447/TESIS - RAMIREZ INFANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ticona Sotomayor, F. L. (2021). *Elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales para la mejora del plan integral de gestión ambiental municipal en la provincia de Tacna 2021.*
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2095>
- Toro, I., y Parra, J. (2019). *Validez y confiabilidad en los procesos de investigación científica*. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (58), 98-117.
- Vargas, M. (2021). *Percepción ciudadana y calidad de los servicios de limpieza urbana*. Revista Peruana de Gestión Pública, 8(1), 77-89.
- Vargas, P. (2019). *Educación ambiental y gestión de residuos sólidos: una aproximación comunitaria*. Revista de Educación Ambiental, 15(3), 120-134.
- Waste, M. S., Nations, U., Settlements, H., Nations, U., Division, S., Nations, U., Settlements, H., Nations, U., Division, S., Waste, M. S., Nations, U., Division, S., Nations, U., Programme, E., y Statistics, E. (2025). *SDG indicator metadata*.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

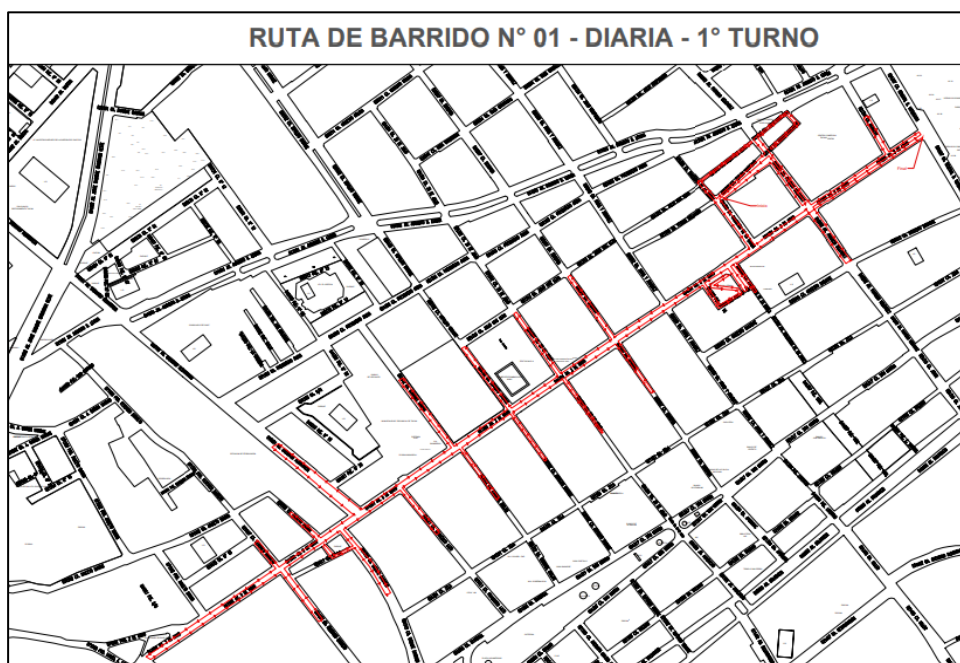
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
Problema general ¿Cómo mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna mediante una propuesta de evaluación de indicadores operacionales?	Objetivo general Desarrollar y proponer un sistema de evaluación de indicadores operacionales que permita mejorar la gestión del servicio de limpieza pública en la Municipalidad Provincial de Tacna.	Hipótesis general Si se implementa una propuesta de evaluación de indicadores operacionales, entonces se mejorará la eficacia, eficiencia y cobertura del servicio de limpieza pública.	Variable independiente - Indicadores operacionales (barrido, recolección, recolección selectiva, disposición final) Variable dependiente - Gestión del servicio de limpieza pública (eficacia, eficiencia, cobertura) Variable interviniente - Factores externos (clima, disponibilidad de personal, presupuesto)	- Porcentaje de eficacia del servicio - Kilómetros barridos/recolectados - Toneladas de residuos recolectados - Porcentaje de residuos valorizados - Cumplimiento de metas por componente	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo, Correlacional y Aplicativo Diseño: No experimental, transversal
Problemas específicos a) ¿Cuál es el estado actual del servicio de limpieza pública? b) ¿Cómo desarrollar la propuesta de indicadores para mejorar la gestión? c) ¿Qué validez tiene la propuesta según expertos?	Objetivos específicos a) Diagnosticar el estado actual del servicio. b) Diseñar la propuesta de evaluación de indicadores operacionales. c) Validar la propuesta con expertos.	Hipótesis específicas a) La situación actual presenta deficiencias en eficacia y cobertura. b) La propuesta de indicadores permitirá medir y mejorar la gestión. c) La propuesta es válida según la percepción de expertos.	- Estado actual del servicio (eficacia, cobertura) - Indicadores diseñados - Validación por expertos	- Reporte de desempeño actual - Matriz de indicadores operacionales - Resultados de cuestionario de validación	Diseño de investigación: - No experimental - Descriptivo y correlacional

Anexo 2. Distribución de las rutas de barrido en el distrito de Tacna

- Primer turno (10:00 p.m a 6:00 a.m)

Figura 18

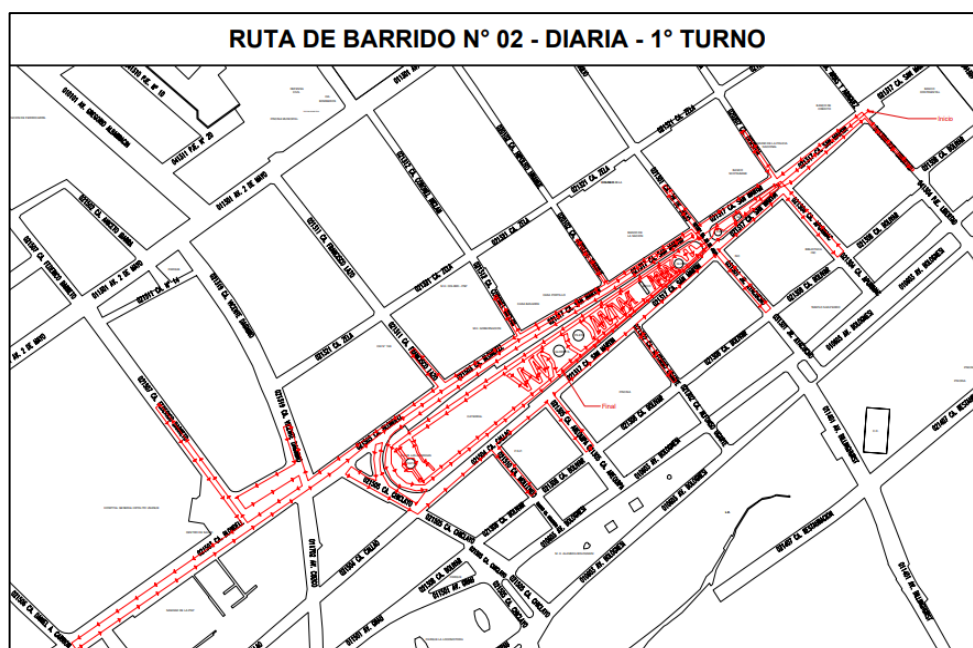
Ruta 1 – Dos de Mayo



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 19

Ruta 2 – Paseo Cívico



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

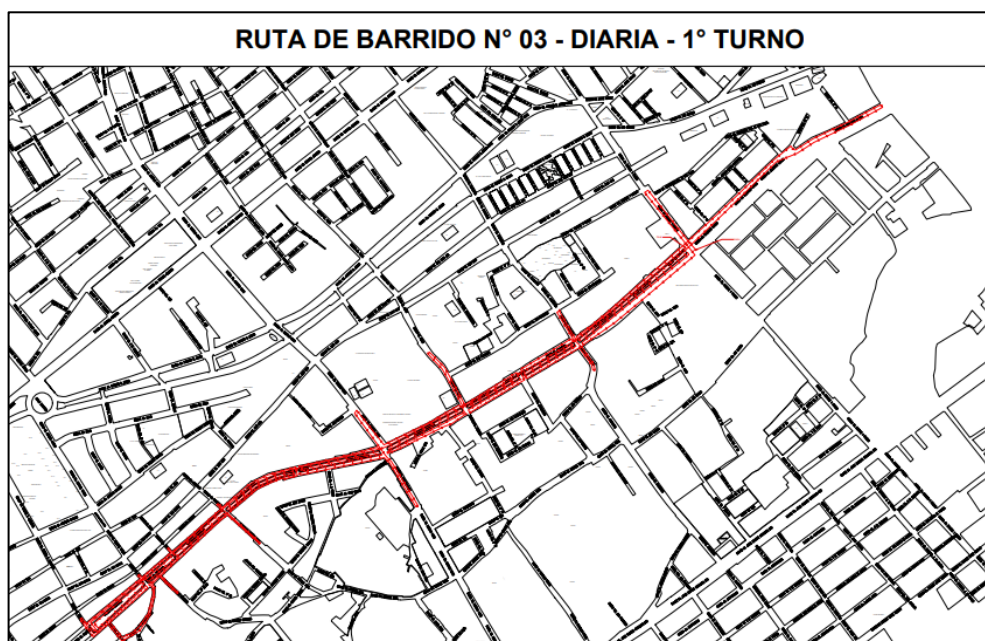
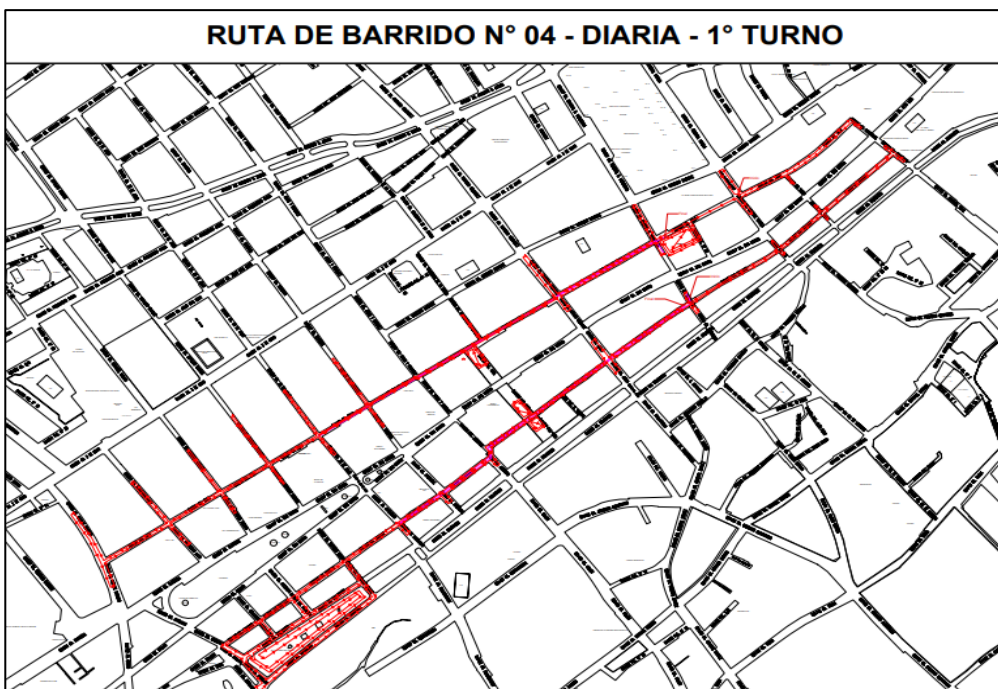
Figura 20*Ruta 3 – Escuadrón**Nota.* Municipalidad Provincial de Tacna**Figura 21***Ruta 4 – Zela – Bolívar**Nota.* Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 22*Ruta 5 – Mercado Grau*

Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

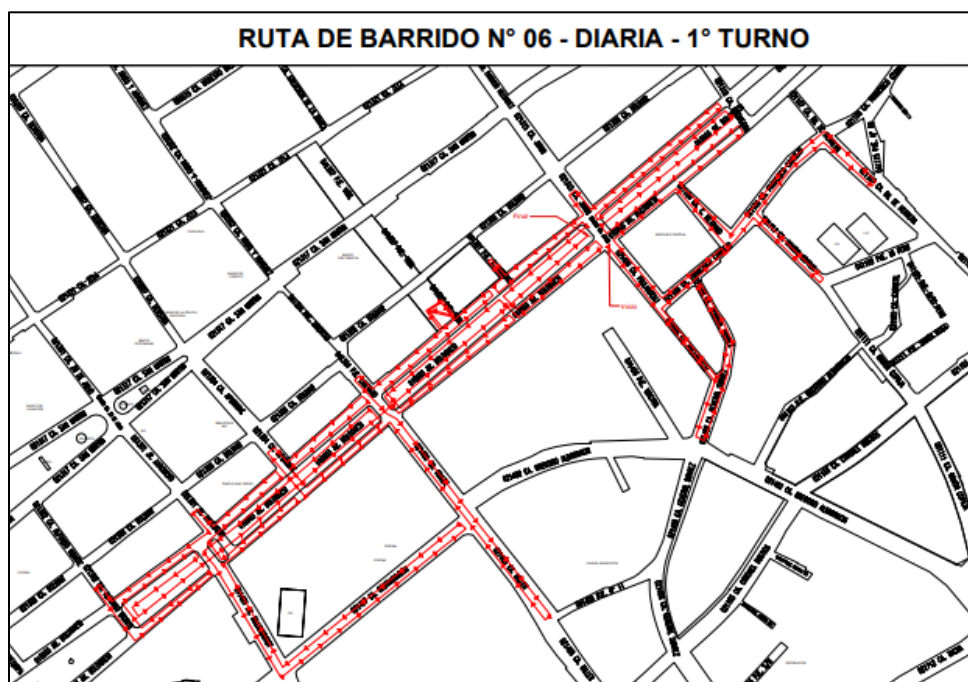
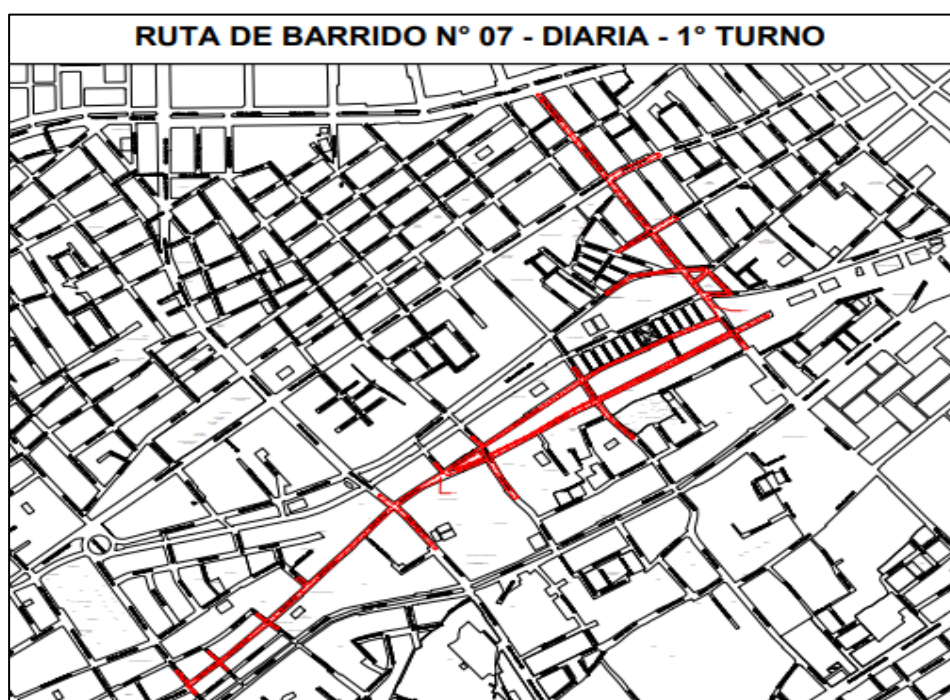
Figura 23*Ruta 6 – Av. Bolognesi**Nota. Municipalidad Provincial de Tacna***Figura 24***Ruta 7 – Alto de Lima**Nota. Municipalidad Provincial de Tacna*

Figura 25

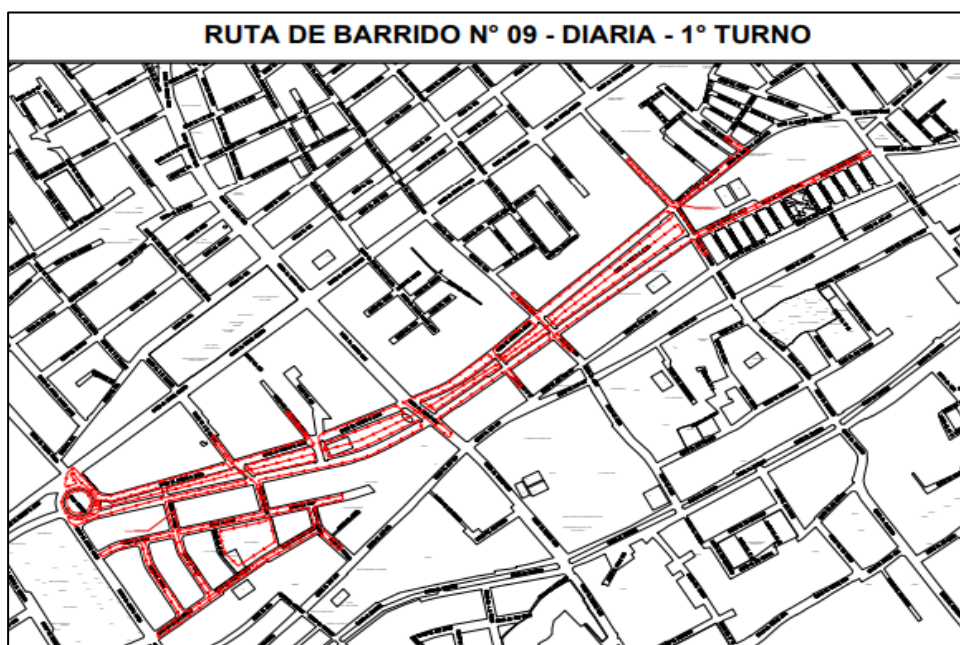
Ruta 8 – Av. Leguía A



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 26

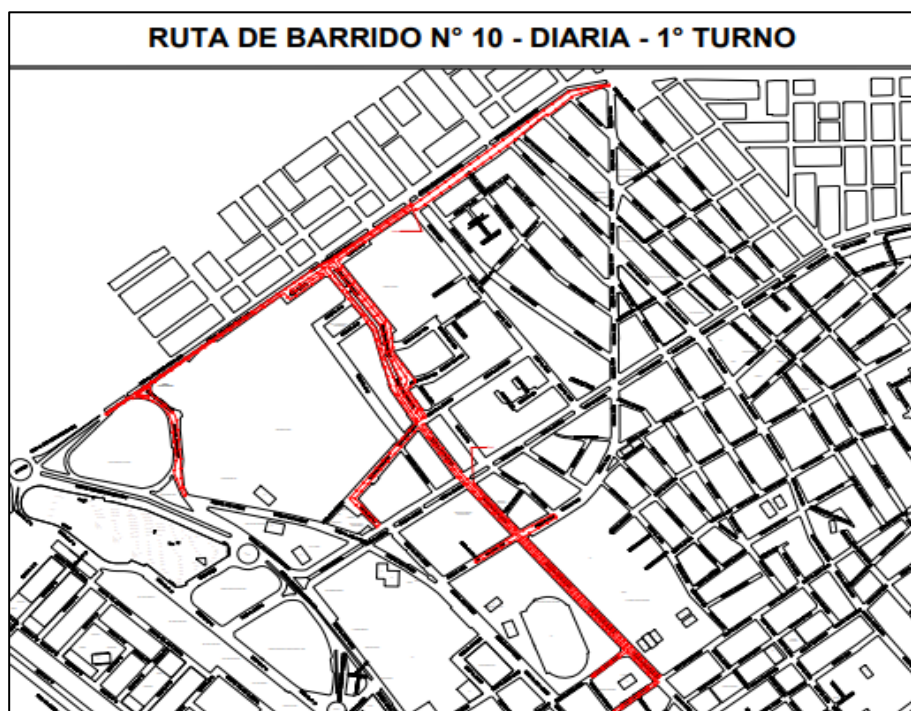
Ruta 9 – Av. Leguía B



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 27

Ruta 10 – Zona Pesquero



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 28

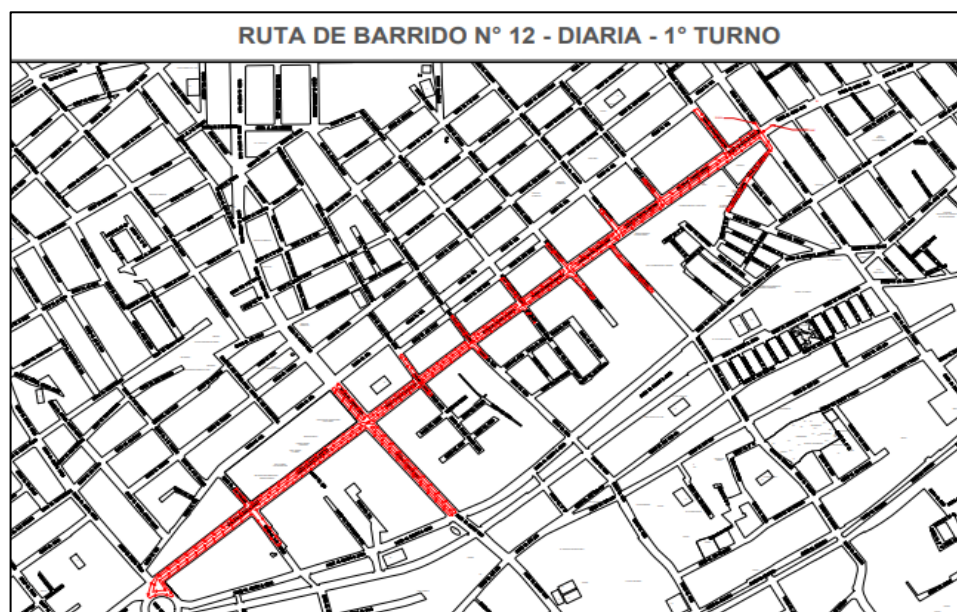
Ruta 11 – Arias Aragüés



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 29

Ruta 12 – Av. Coronel Mendoza



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 30

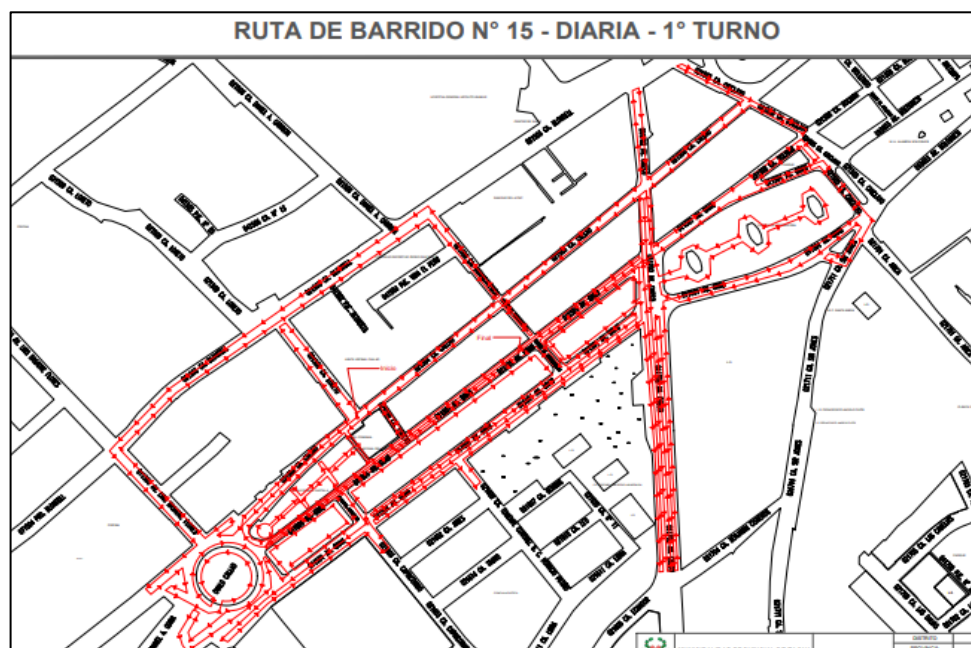
Ruta 13 – Av. Cusco



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 31*Ruta 14 – Billinghurst*

Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 32*Ruta 15 – Av. Grau*

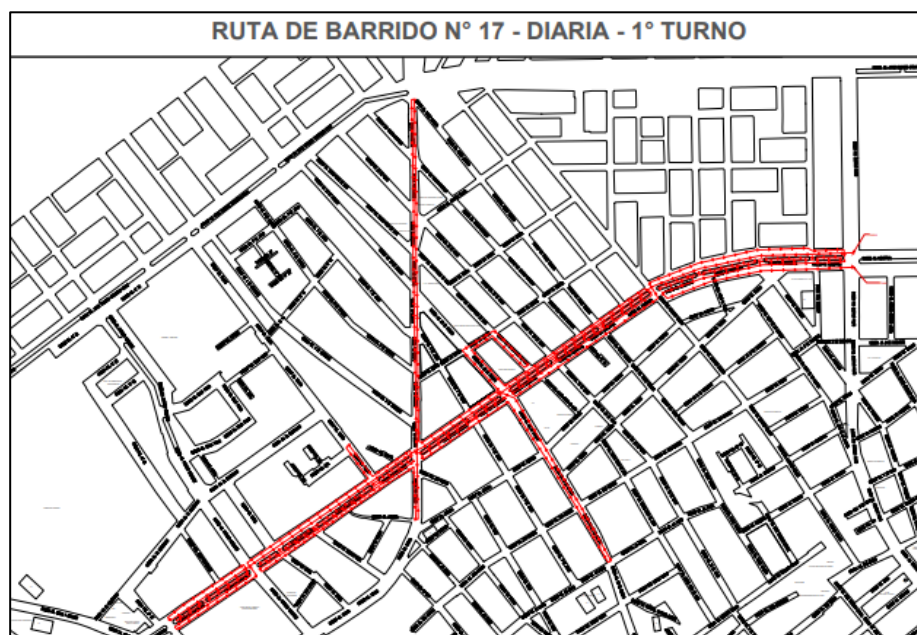
Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 33*Ruta 16 – Jirón Pinto*

Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 34

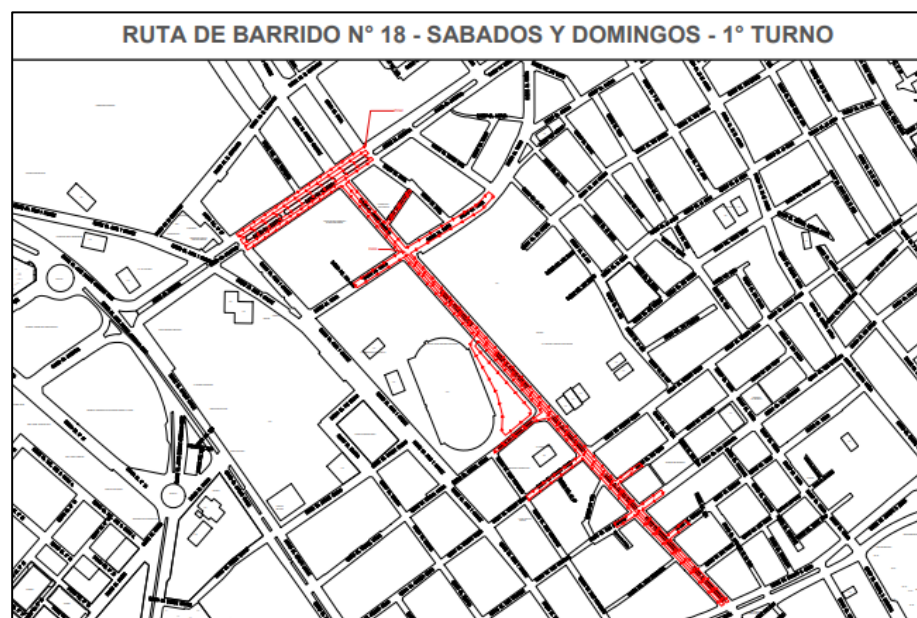
Ruta 17 – Zona Industrial



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 35

Ruta 18 – Francisco Patricio Meléndez

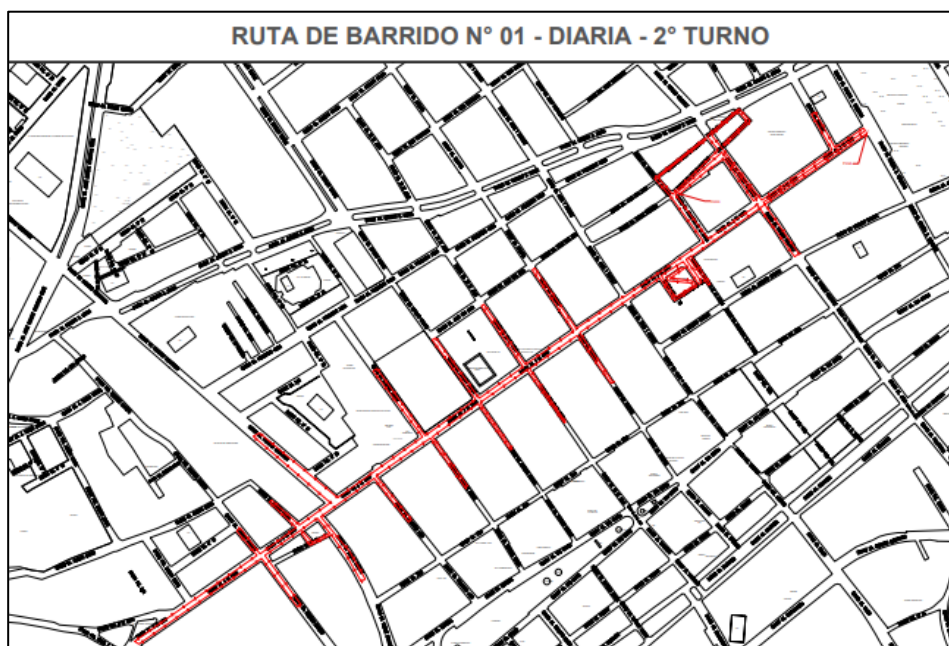


Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

- **Segundo turno (06:00 a.m a 02:00 p.m)**

Figura 36

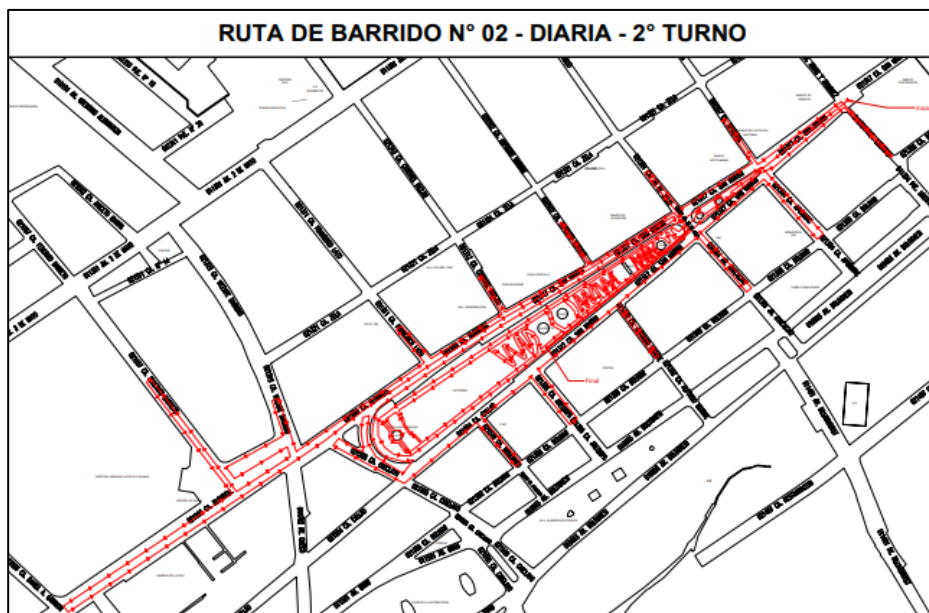
Ruta 1 – Dos de Mayo – turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 37

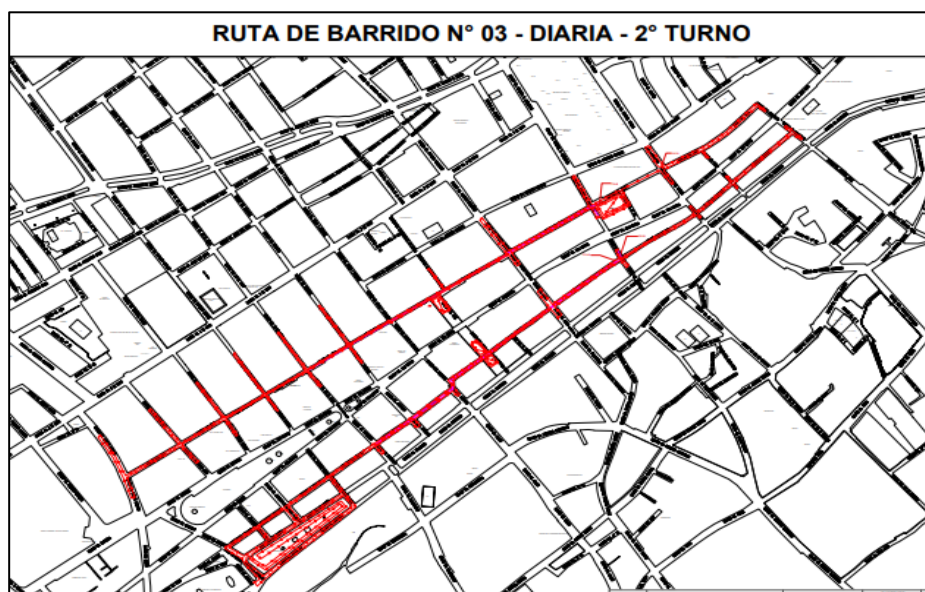
Ruta 2 – Paseo Cívico – turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 38

Ruta 3 – Zela – Bolívar – turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 39

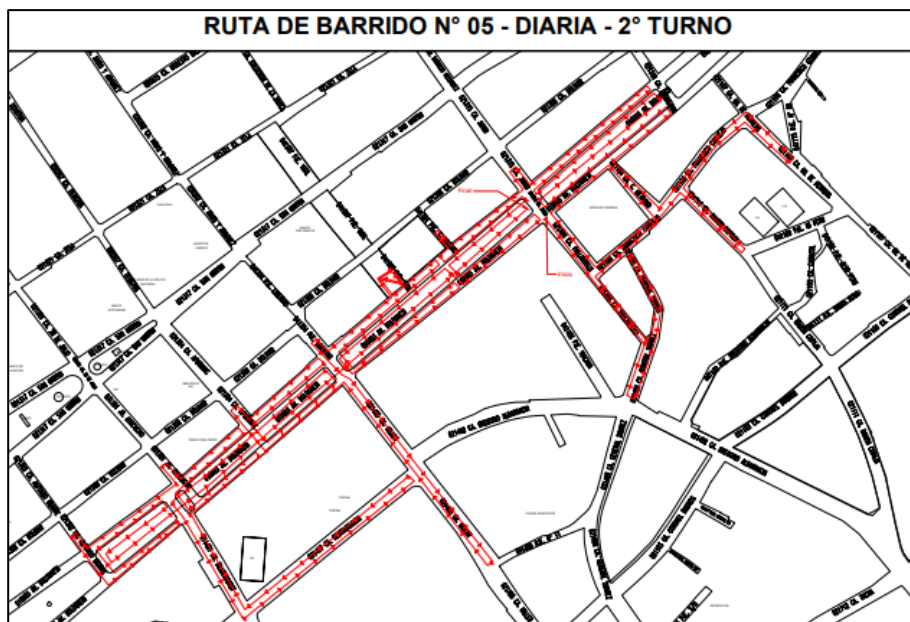
Ruta 4 – Mercado Grau – turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 40

Ruta 5 – Av. Bolognesi – Turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 41

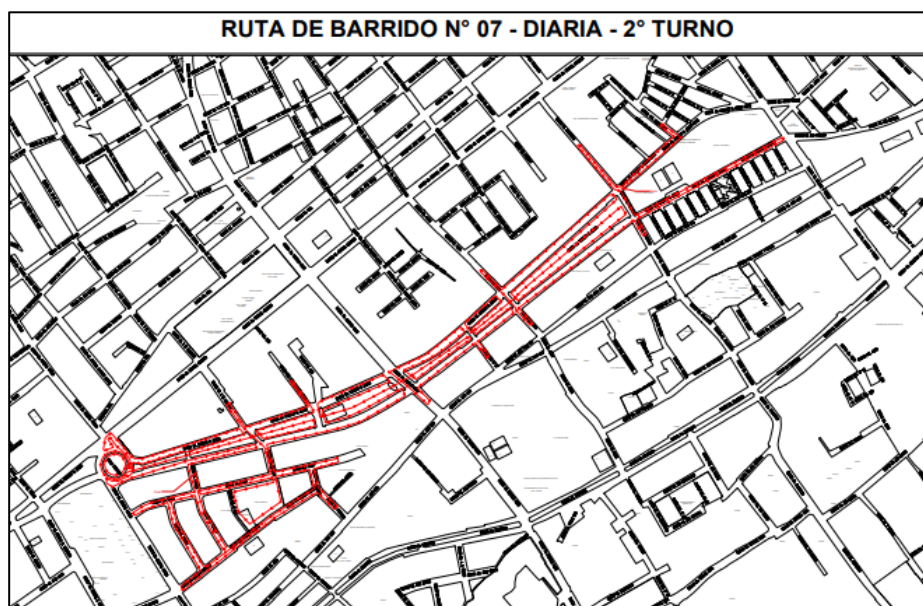
Ruta 6 – Av. Leguía A – turno noche



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 42

Ruta 7 – Av. Leguía B – turno noche

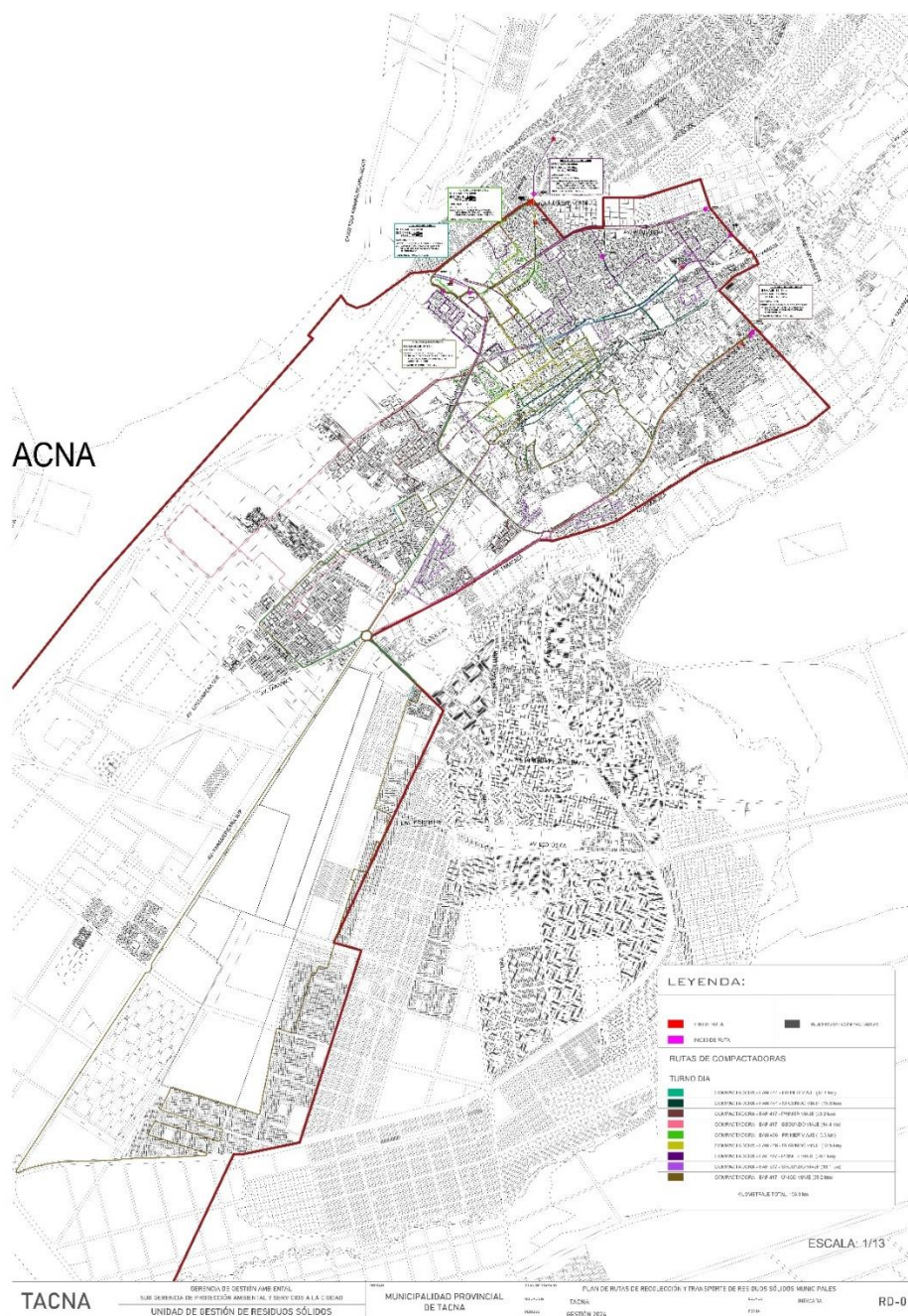


Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Anexo 3. Rutas del servicio de recolección convencional

Figura 43

Mapa de la ruta diaria de las compactadoras – turno día

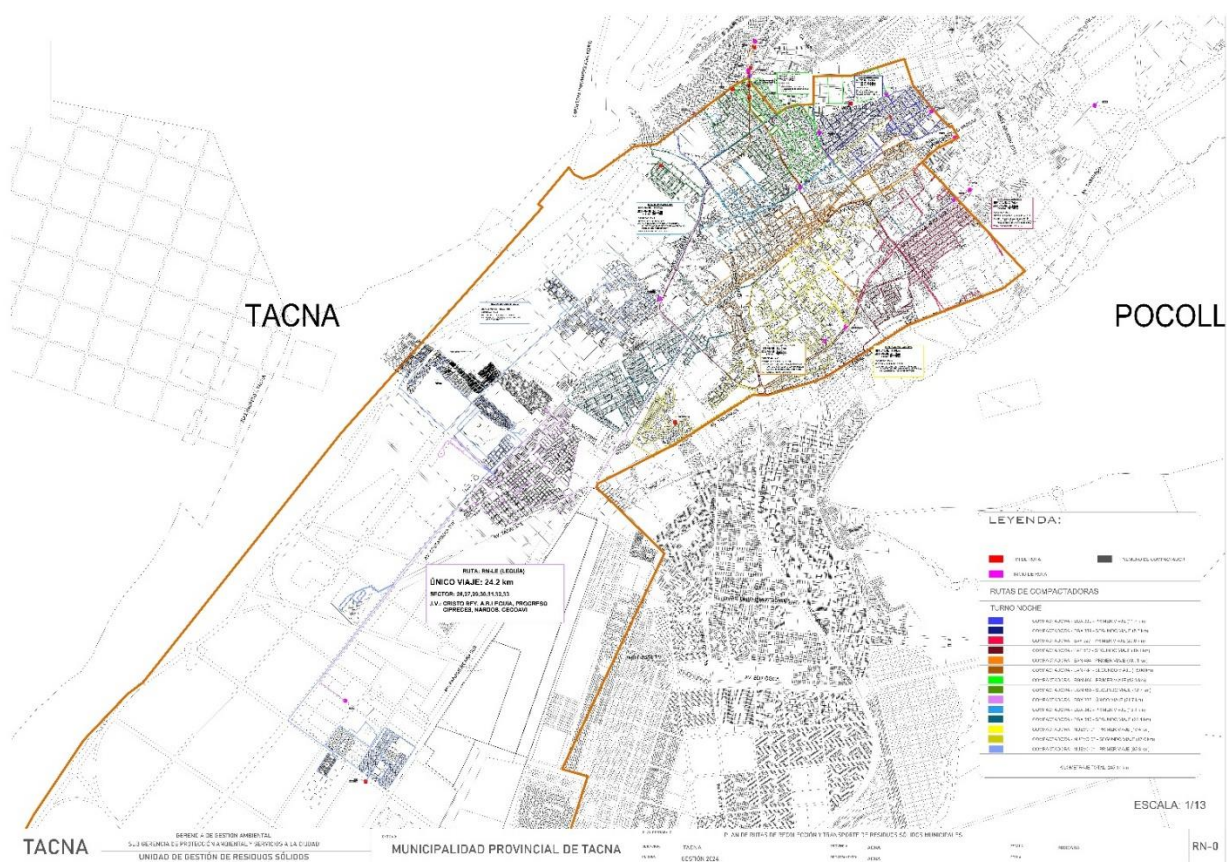


Municipalidad Provincial de Tacna

Nota.

Figura 44

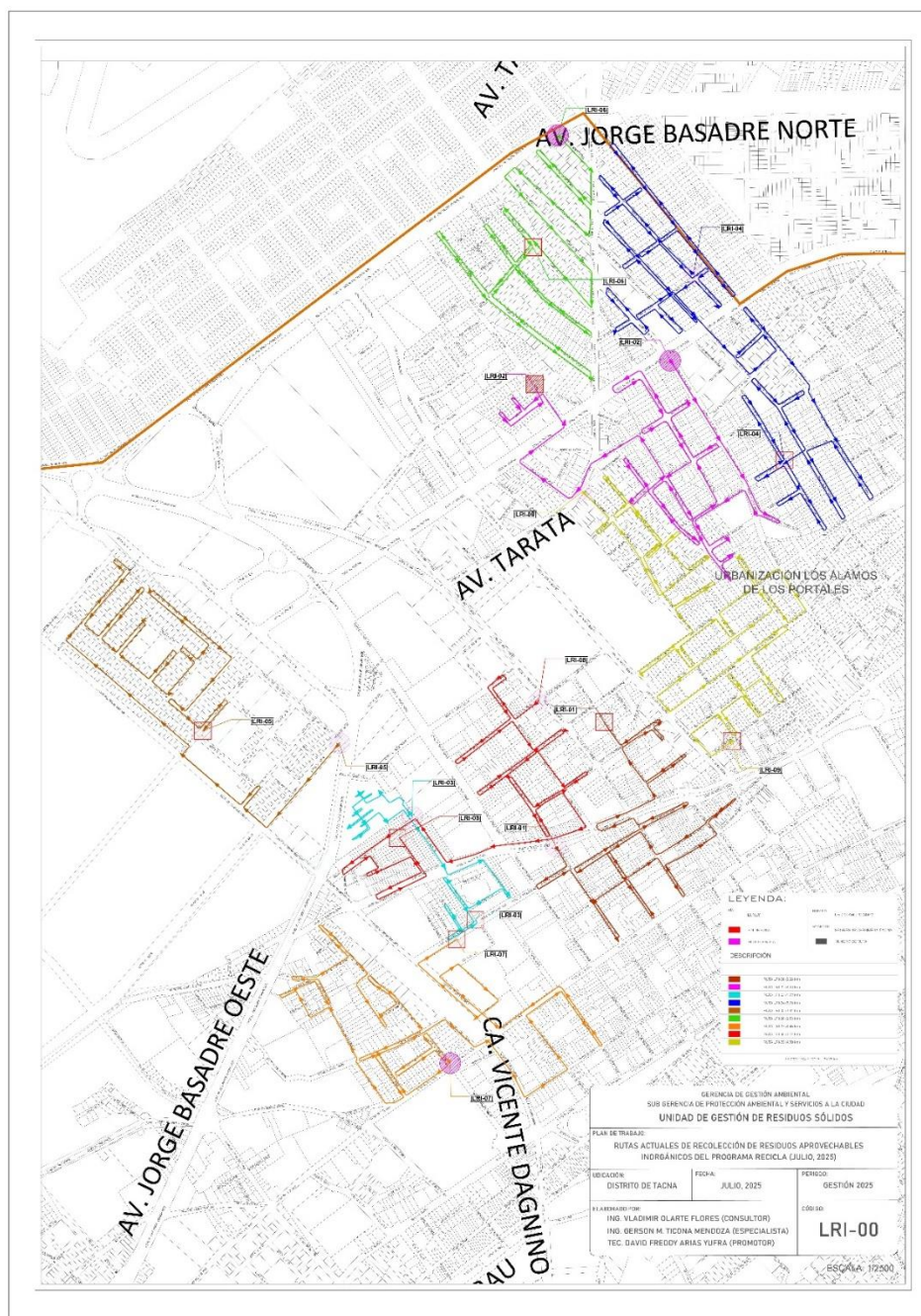
Mapa de la ruta diaria de las compactadoras – turno noche



Anexo 4. Mapas de las rutas de los recicladores

Figura 45

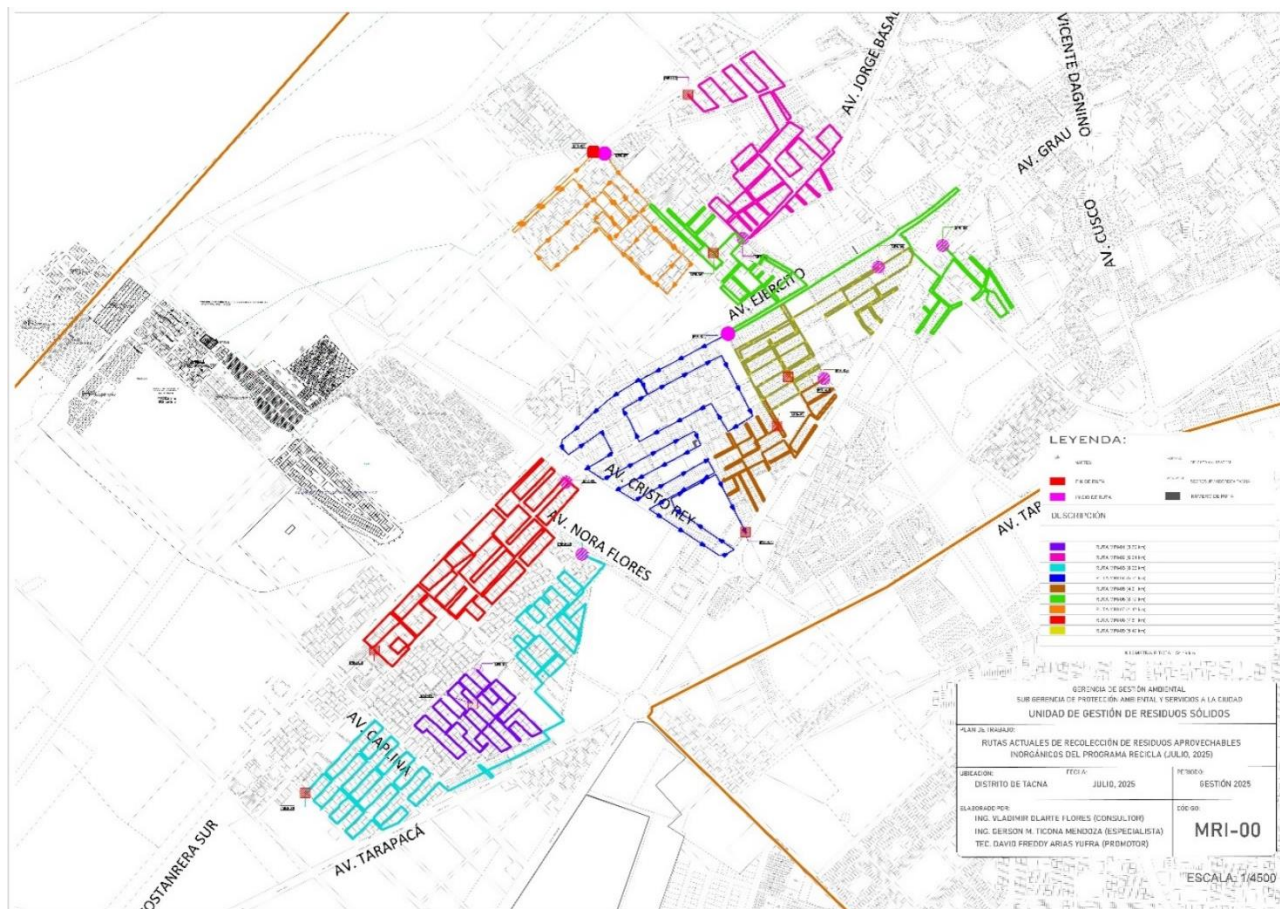
Mapa de la ruta de los recicladores – Día lunes



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 46

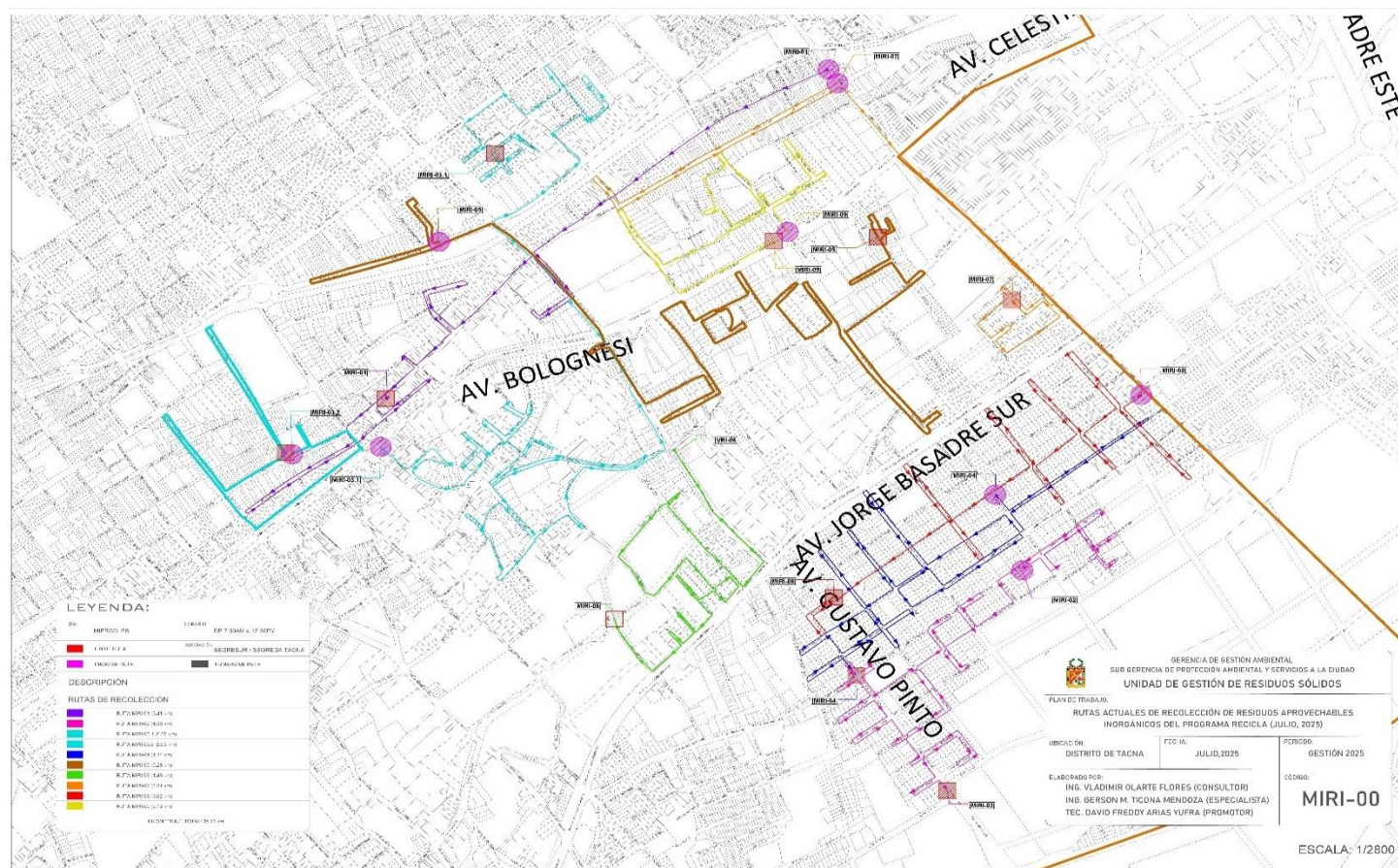
Mapa de la ruta de los recicladores – Día martes



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 47

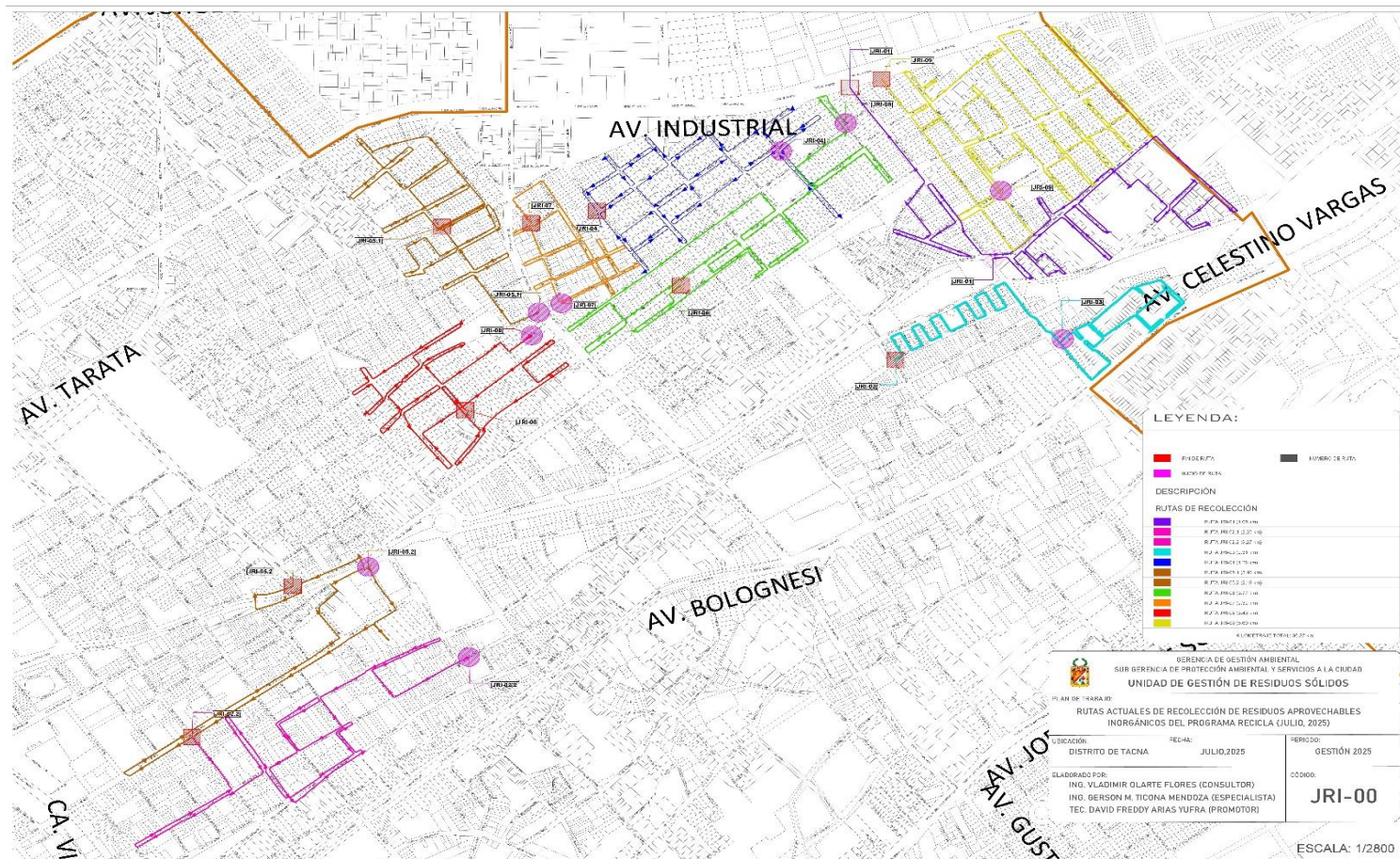
Mapa de la ruta de los recicladores – Día miércoles



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 48

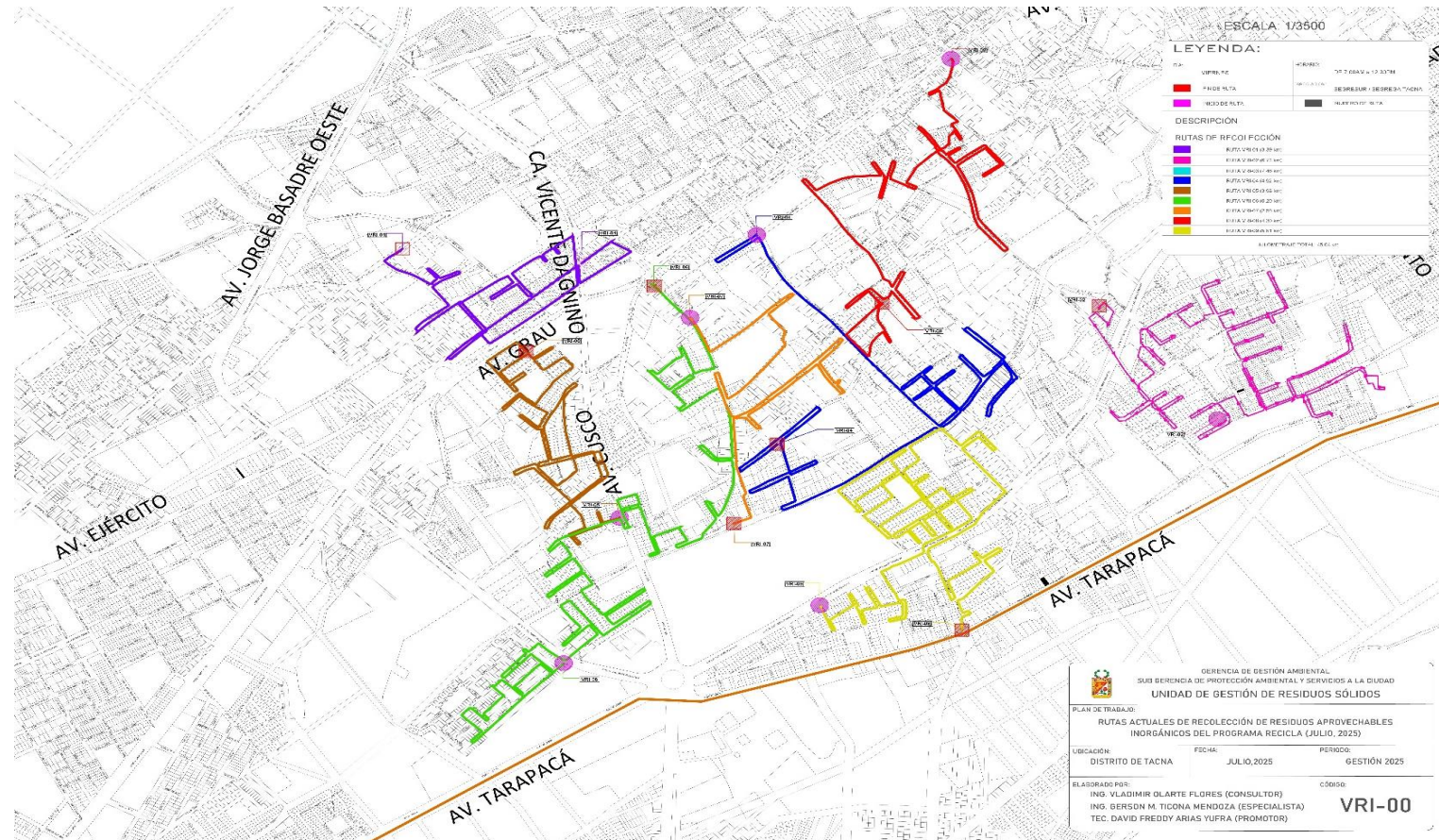
Mapa de la ruta de los recicladores – Día jueves



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Figura 49

Mapa de la ruta de los recicladores – Día viernes



Nota. Municipalidad Provincial de Tacna

Anexo 5. Informe de opinión de experto

Método	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Media	Baja
		3	2	1
Paso 1 Diagnóstico de la situación actual del servicio de limpieza pública	¿Qué grado de validez le otorga el diagnóstico de la situación actual para evaluar la eficacia, eficiencia y cobertura del servicio de limpieza pública?			
Paso 2 Identificación de indicadores operacionales	¿Qué grado de validez le otorga la selección de indicadores operacionales para medir los componentes del servicio (barrido de calles, recolección, recolección selectiva y disposición final)?			
Paso 3 Definición de fórmulas y unidades de medida	¿Qué grado de validez le otorga la definición de fórmulas y unidades de medida de los indicadores para garantizar la correcta evaluación del servicio?			
Paso 4 Aplicación y medición de los indicadores	¿Qué grado de validez le otorga la Aplicación de indicadores operacionales para analizar el desempeño del servicio?			

Anexo 6. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de barridos de calles

Formato Excel para el control semanal del servicio de barrido de calles

El presente formato en Excel permite registrar de manera detallada la información diaria de las macrorutas y microrutas, incluyendo turnos de trabajo y resultados de los partes diarios. Se incluyen cálculos automáticos para facilitar el seguimiento y reducir errores humanos.

Indicadores calculados automáticamente:

- **Total semanal de kilómetros barridos (km/semana):**

Fórmula: =SUMA(H12:N30)

- **Porcentaje de eficacia diario (%):**

Fórmula: $=(\text{km barridos} / \text{Rendimiento optimizado}) \times 100$

- **Promedio semanal de eficacia (%):**

Fórmula: =PROMEDIO(P12:P30)

Ejemplo de llenado:

Se presentará un ejemplo ilustrativo en la Figura 23, donde se muestran los datos diarios de kilómetros barridos, los resultados de eficacia diaria y el cálculo del promedio semanal.

Figura 50

Resultados de eficacia diaria y el cálculo del promedio semanal

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA											
Unidad de Residuos Sólidos											
REGISTRO DE RECOLECCION SELECTIVA											
Eficacia del servicio de barrido de calles (%)											
AÑO	2025	#(REF)	SEMANA	2	FECHAS	Del	al	#(REF)			
Macrorruta	Microrruta	Hendimiento de barrido optimizado (km lineales)	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Promedio de kilómetros lineales barridos (km/día)	Porcentaje de eficacia (%)	
	B-135-01	2.3	2.3		2.1		2.3		2.2	97%	
	B-246-02	2.5		2.5		2.5		2.5	2.5	100%	
1	B-123-03	2.6	2.6		2.6		2.5		2.6	99%	
	B-246-04	2.8		2.8		2.8		2.8	2.8	100%	
	B-123-05	2.4	2.3		2.4		2.4		2.4	99%	
	B-246-06	2.9		2.9		2.9		2.9	2.8	98%	
2	B-d7-07	1.8	1.8	1.5	1.8	1.8	1.7	1.6	1.7	94%	
	B-d7-08	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	98%	
	B-d7-09	2.1	1.9	2.1	2.1	2	2.1	2.1	2.1	98%	
	B-d7-10	2.1	2.1	2.1	2	2	2.1	2.1	2.1	98%	
	B-d7-11	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.5	2.8	2.7	98%	
	B-d7-12	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	99%	
3	B-d7-13	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	100%	
	B-d7-14	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.8	2.7	98%	
	B-d7-15	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	100%	
	B-d7-16	3	3	3	2.9	2.9	3	3	3.0	99%	
Otros											
Promedio semanal de porcentaje de eficacia (%)										98%	
Total de kilómetros lineales barridos según esta diario (km/semana)										187.4	

Formato Excel para el control mensual de indicadores del servicio de barrido

El reporte mensual consolida los datos registrados semanalmente y permite evaluar el desempeño mensual del servicio.

Indicadores calculados:

- **Porcentaje de eficacia mensual (%):** promedio de los resultados semanales.
Fórmula: =PROMEDIO(semenal1:semenalN)
- **Total mensual de kilómetros barridos (km):** suma de los totales semanales.
Fórmula: =SUMA(TotalSemanal1:TotalSemanalN)

Figura 51

Formato del reporte completo de indicadores de barrido por mes



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA
Unidad de Gestión de Residuos Sólidos

REPORT DE INDICADORES DE BARRIDO DE CALLES * 0 0

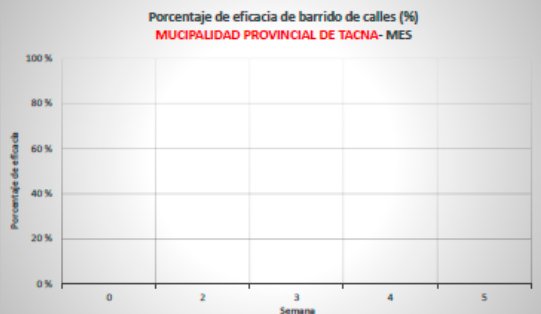
El presente reporte de información corresponde al resultado del registro del parte diario de las operaciones realizadas por el personal obrero y supervisores de la municipalidad asignado al barrido de calles.

Dicho reporte se realiza en el marco del cumplimiento del Artículo 53° del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo quinto párrafo señala que: "Las municipalidades, en concordancia con las políticas nacionales deben proporcionar información y evaluar permanentemente los resultados de su gestión, [...]".

Por lo que para el presente mes se obtuvo los siguientes indicadores:

Eficacia de barrido de calles	Semana					Total mes
	0	2	3	4	5	
Porcentaje de eficacia de barrido de calles (%)						
Total de kilómetros lineales barridos según parte diario (km)						

Porcentaje de eficacia de barrido de calles (%)
MUCIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA- MES



Total de kilómetros lineales barridos según parte diario (km)
MUCIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA- MES



TACNA, ... de ... de 20...

Responsable de Unidad de Residuos Sólidos URS
Municipalidad Provincial de Tacna
Firma y Sello

Especialista de Monitoreo y Seguimiento de la URS
Municipalidad Provincial de Tacna
Firma y Sello

Formato anual consolidado

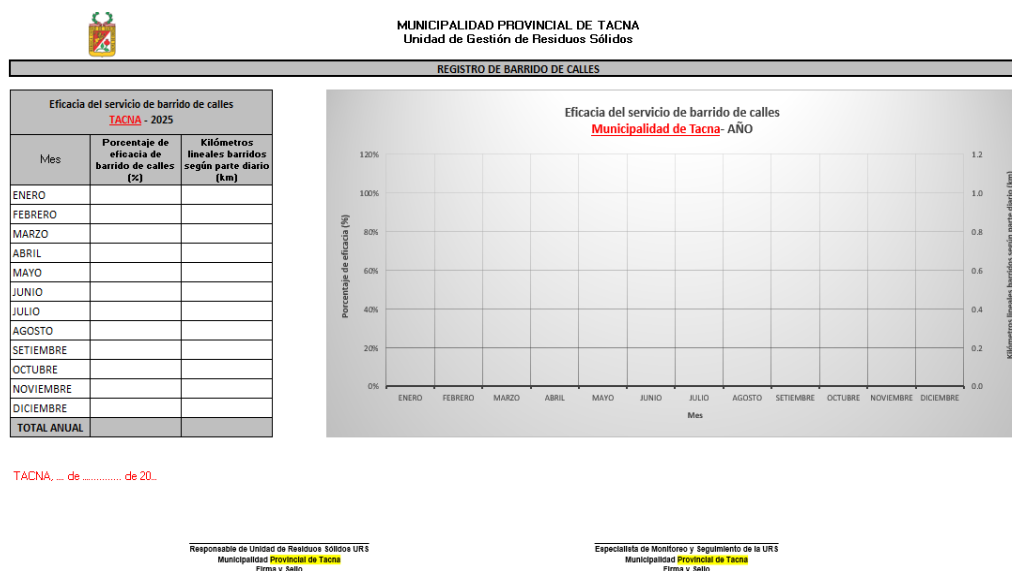
Este formato integra los resultados mensuales a lo largo del año, facilitando el análisis de tendencias, variaciones estacionales y la planificación de mejoras en la gestión del servicio.

Indicadores calculados automáticamente:

- **Eficacia anual promedio (%):** promedio de los porcentajes mensuales.
Fórmula: =PROMEDIO(Mes1:Mes12)
- **Total anual de kilómetros lineales barridos (km):** suma o promedio de los totales mensuales.
Fórmula: =SUMA(TotalMes1:TotalMes12) o
=PROMEDIO(TotalMes1:TotalMes12)

Figura 52

Formato del registro de control del servicio de barrido durante el año



Control de personal e insumos

El control del personal operativo y los insumos utilizados constituye un componente fundamental para garantizar la eficiencia y transparencia en la gestión del servicio de barrido de calles. Este formato permite registrar información diaria y mensual sobre el personal, horas trabajadas y materiales empleados.

Indicadores calculados automáticamente:

- Cantidad de personal operativo mensual (hombres y mujeres).

Anexo 7. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de recolección

Formato Excel para el control mensual del servicio de recolección

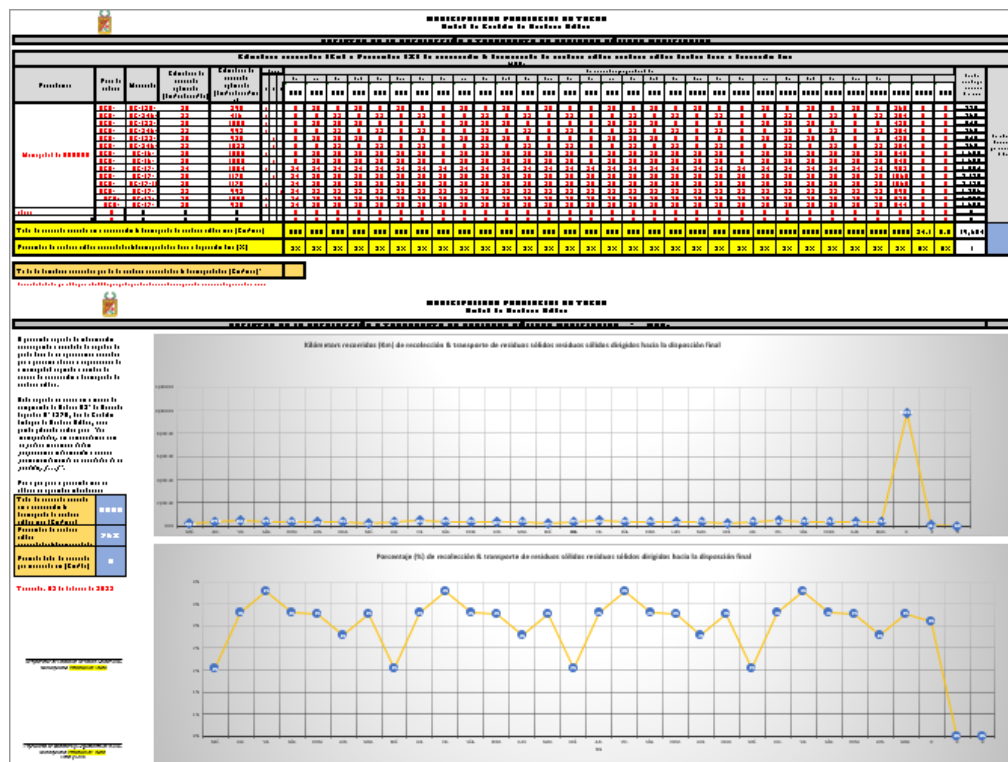
Este formato permite registrar la información diaria de cada ruta de recolección, incluyendo: fecha, ruta, cantidad de residuos recolectados, vehículos utilizados, personal asignado y observaciones. Se incluyen cálculos automáticos para evaluar el desempeño operativo y minimizar errores humanos. Indicadores calculados automáticamente:

- **Kilómetros de recorrido optimizado (km/vehículo/mes)**
Fórmula: =km/vehículo/día × Días trabajados/mes
- **Total de recorrido por microruta en (km/semana)**
Fórmula: =SUMA(km diarios de la microruta)
- **Promedio total de recorrido por microruta en (km/día)**
Fórmula: =PROMEDIO(km diarios de la microruta durante el mes)
- **Total de recorrido realizado en la recolección y transporte de residuos sólidos mes (km/mes)**
Fórmula: =SUMA(km recorridos diarios de todas las rutas del mes)
- **Porcentaje de residuos sólidos recolectados y transportados hacia la disposición final (%) al mes**
Fórmula: =(Total km recorridos realizados / Total km programados) × 100
- **Total de kilometros recorridos por día de residuos recolectados y transportados (km/mes)**
Fórmula: =SUMA(km recorridos diariamente por todas las rutas)

Ejemplo de llenado:

Se presentará un ejemplo ilustrativo en la Figura 27, donde se muestran los datos diarios de kilómetros de recorrido optimizado, los resultados de eficacia diaria y el cálculo del promedio mensual.

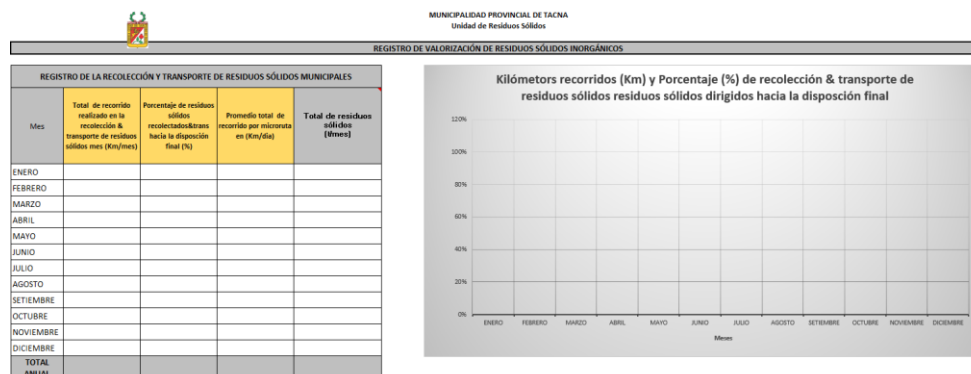
Figura 54
Formato mensual llenado

**Formato anual consolidado**

Este formato integra los resultados mensuales a lo largo del año, facilitando el análisis de tendencias, variaciones estacionales y la planificación de mejoras en la gestión del servicio.

Figura 55

Formato del registro de control del servicio de recolección durante el año



Control de personal e insumos

El control del personal operativo y los insumos utilizados constituye un componente fundamental para garantizar la eficiencia y transparencia en la gestión del servicio de recolección. Este formato permite registrar información diaria y mensual sobre el personal, horas trabajadas y materiales empleados.

Indicadores calculados automáticamente:

- Cantidad de personal operativo mensual (hombres y mujeres).
- Total de horas trabajadas por mes (h/mes).
- Consumo de bolsas por barredor por mes.
- Consumo de escobas por barredor por mes.
- Consumo de recogedor por barredor por mes

DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES
--

El Anexo 4 también incluye el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, que consolida toda la información de los registros diarios, mensuales y anuales, así como del control de personal e insumos. Esto garantiza la trazabilidad de los datos y permite calcular los indicadores operacionales del servicio de manera precisa y continua.

Beneficios del formato:

- Facilita la evaluación técnica del desempeño operativo.
- Permite identificar oportunidades de mejora y optimizar recursos humanos y materiales.
- Proporciona información confiable para la planificación y la rendición de cuentas ante la Municipalidad Provincial de Tacna.

Anexo 8. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de recolección selectiva

Formato Excel para el control semanal del servicio de recolección selectiva

Este formato Excel permite un seguimiento detallado, ordenado y cuantificable de la recolección selectiva, facilitando el análisis operativo del servicio y proporcionando insumos claves para la toma de decisiones, la planificación mensual y la elaboración del reporte anual consolidado.

Indicadores calculados automáticamente:

- **Registro diario de residuos recolectados:** El cuadro principal del formato contiene columnas para cada día de la semana (lunes a sábado) y filas por cada reciclador.

En cada celda se registra:

Cantidad de residuos recolectados (kg o t)
Cantidad de residuos reciclables recuperados (kg o t)

Este registro permite identificar variaciones diarias, continuidad del servicio y rendimiento por microruta.

- **Total semanal de residuos recolectados por reciclador**
Fórmula =SUMA(C5:H5)
- **Total semanal de residuos reciclables por reciclador**
Fórmula =SUMA(I5:N5)
- **Total de residuos recolectados en la semana**
Fórmula: = SUMA(C5:C30)
- **Total de residuos reciclables semanales**
Fórmula: =SUMA(I5:I30)

Gráficos automáticos semanales

El formato incluye gráficos automáticos que se actualizan al introducir los datos:

- Gráfico de barras de residuos recolectados por día
- Gráfico de residuos reciclables recuperados por microruta
- Comparación semanal entre residuos totales y reciclables

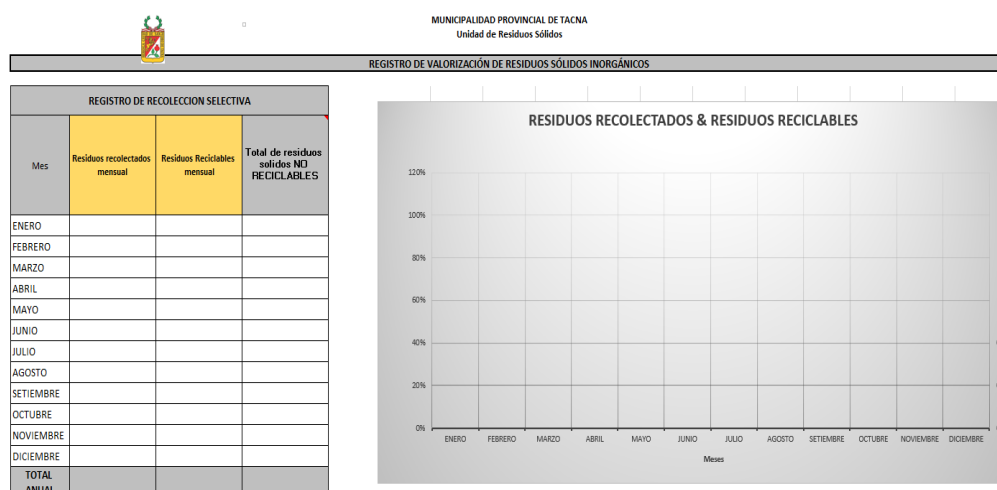
Estos gráficos facilitan la interpretación visual, permitiendo identificar patrones, aumentos, disminuciones o incidencias operativas

Formato anual consolidado

Este formato integra los resultados mensuales a lo largo del año, facilitando el análisis de tendencias, variaciones estacionales y la planificación de mejoras en la gestión del servicio.

Figura 57

Formato del registro de control del servicio de recolección selectiva durante el año



DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES

El Anexo 5 también incluye el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, que consolida toda la información de los registros diarios, mensuales y anuales, Esto garantiza la trazabilidad de los datos y permite calcular los indicadores operacionales del servicio de manera precisa y continua.

Beneficios del formato:

- Facilita la evaluación técnica del desempeño operativo.
- Permite identificar oportunidades de mejora y optimizar recursos humanos y materiales.
- Proporciona información confiable para la planificación y la rendición de cuentas ante la Municipalidad Provincial de Tacna.

Figura 58*Reporte de los indicadores operacionales de servicio de recolección selectiva*

DATOS GENERALES DE LA EVALUACION				
Fecha de inicio (día/mes/año)		Fecha de finalización (día/mes/año)		
Nombre de la personal equipo que recolecta informac				
DATOS DEL MUNICIPIO				
Nombre de municipio				
Gerencia / Sub Gerencia				
DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES O DE INTERÉS EN LA EVALUACIÓN				
SERVICIO DE RECOLECCION SELECTIVA				
Mes	Porcentaje de desvío de residuos	Rendimiento de la recolección selectiva mensual	Rendimiento efectivo de la recolección selectiva	Rendimiento de compost por tonelada de residuo
ENERO				
FEBRERO				
MARZO				
ABRIL				
MAYO				
JUNIO				
JULIO				
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				
TOTAL ANUAL				

Anexo 9. Reporte de indicadores operacionales para el servicio de disposición final

Formato Excel para el control mensual del servicio

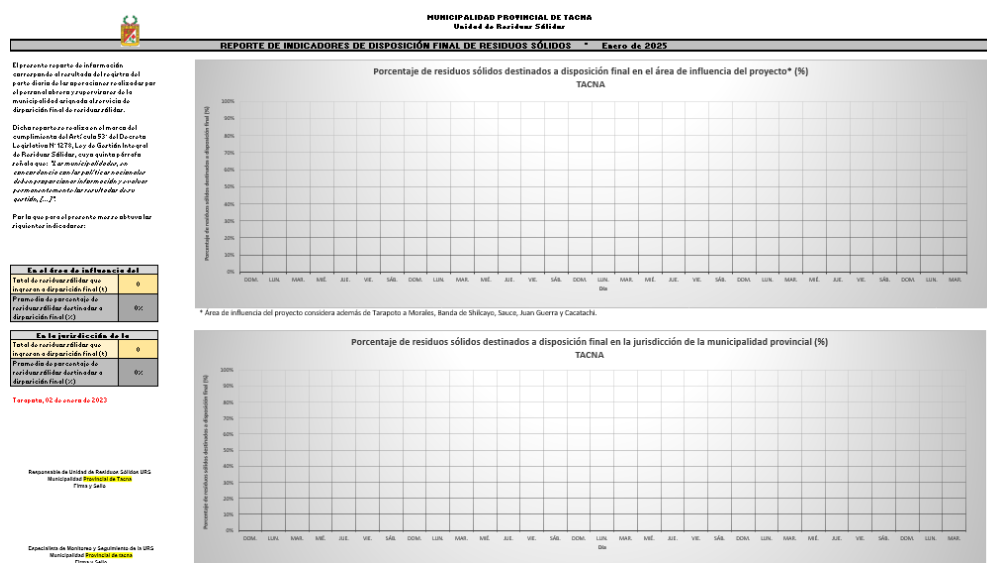
Para el procesamiento de los datos del Registro de Disposición Final, se aplicaron fórmulas automáticas en Excel que permiten consolidar la información diaria, semanal y mensual. El total de residuos ingresados por microruta se obtiene mediante la suma de los registros diarios, mientras que los valores agregados para el área de influencia y para toda la jurisdicción municipal se calculan mediante sumatorias verticales por día.

Indicadores calculados automáticamente:

- **TOTAL POR MICRORUTA (t)**
Fórmula = SUMA(F5:AJ5)
- **Toneladas de residuos que ingresan a disposición final en el área de influencia (t/día)**
Fórmula = SUMA(G5:G30)
- **Porcentaje de residuos destinados a disposición final (Área de influencia)**
Fórmula = $(B45 / B50) * 100$
Donde:
B45 = total de residuos ingresados a disposición final
B50 = total de residuos generados (dato del ECRS)
- **Toneladas de residuos ingresados a disposición final en toda la municipalidad (t/día)**
Fórmula: =SUMA(G5:G40)
- **Porcentaje de residuos destinados a disposición final (Municipalidad Provincial)**
Fórmula: = $(C45 / C50) * 100$
Donde:
C45 = toneladas totales que ingresan a disposición final (t/día) para la municipalidad
C50 = toneladas generadas según el ECRS municipal

Figura 59

Formato del reporte de indicadores de control del servicio de disposición final durante un mes

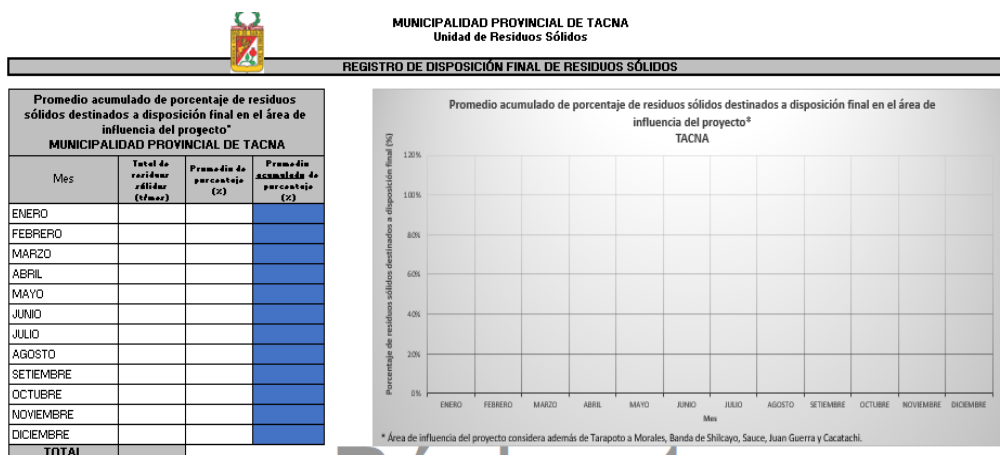


Formato anual consolidado

Este formato integra los resultados mensuales a lo largo del año, facilitando el análisis de tendencias, variaciones estacionales y la planificación de mejoras en la gestión del servicio.

Figura 60

Formato del registro de control del servicio de disposición final durante el año



DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES

El Anexo 6 también incluye el reporte “Datos de los componentes existentes o de interés en la evaluación”, que consolida toda la información de los registros diarios, mensuales y anuales, Esto garantiza la trazabilidad de los datos y permite calcular los indicadores operacionales del servicio de manera precisa y continua.

Beneficios del formato:

- Facilita la evaluación técnica del desempeño operativo.
- Permite identificar oportunidades de mejora y optimizar recursos humanos y materiales.
- Proporciona información confiable para la planificación y la rendición de cuentas ante la Municipalidad Provincial de Tacna.

Figura 61

Reporte de los indicadores operacionales de servicio de disposición final

DATOS GENERALES DE LA EVALUACION			
Fecha de inicio (día/mes/año)		Fecha de finalizacion (día/mes/año)	
Nombre de la persona/ equipo que recolecta indorm:			
DATOS DEL MUNICIPIO			
Nombre de municipio			
Gerencia / Sub Gerencia			
DATOS DE LOS COMPONENTES EXISTENTES O DE INTERÉS EN LA EVALUACIÓN			
Mes	SERVICIO DE DISPOSICION FINAL		
	Cobertura del servicio de disposición final (%)	Relación entre capacidad neta y volumen a ocupar en un relleno	Toneladas recibidas/horas máquina
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SEPTIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
TOTAL ANUAL			