



Municipalidad de La Molina

Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de La Molina

Elaborado por:



Julio 2019



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	7
1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	10
1.1 Objetivo general.....	10
1.2 Objetivos específicos.....	10
2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	11
2.1 Determinación del número de muestras Domiciliarias.....	12
2.1.1 Zonificación del distrito.....	12
2.1.2 Determinación y proyección de la población actual.....	14
2.1.3 Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial.....	14
2.2 Determinación de número de muestras no domiciliarias y especiales.....	16
2.2.1. Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos.....	16
2.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios.....	17
2.2.3 Determinación del número de muestra de generadores de residuos especiales.....	19
1. <i>Generadores de Residuos Especiales</i>	20
2. <i>Instituciones educativas</i>	20
3. <i>Otros generadores</i>	21
a. <i>Mercados y Supermercados</i>	21
b. <i>Barrido y Almacenamiento</i>	22
c. <i>Papeleras y tachos soterrados</i>	23
2.2.4 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial.....	23
2.3 Procedimientos para la realización del estudio	25
2.3.1 Coordinaciones generales.....	25
2.3.2 Conformación del equipo planificación y de campo, y capacitación.....	25
2.3.3 Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio.....	27
2.3.4 Sensibilización y empadronamiento.....	27
2.3.5 Plan de seguridad e higiene.....	29
2.4 Ejecución del estudio.....	30
2.4.1 Recolección de muestras domiciliarias.....	30
2.4.1.1 <i>Determinación de la generación per-cápita</i>	31
<i>Validación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios (Anexo 10 de la Guía)</i>	32
2.4.1.2 <i>Determinación de la composición física de los residuos sólidos</i>	35
2.4.1.3 <i>Determinación de la densidad</i>	36
2.4.1.4 <i>Determinación de la humedad</i>	37



2.4.2	Recolección de muestras de generadores no domiciliarios y especiales	38
2.4.2.1	<i>Determinación de la generación</i>	39
2.4.2.2	<i>Determinación de la composición física de los residuos sólidos</i>	40
2.4.2.3	<i>Determinación de la densidad</i>	40
2.4.2.4	<i>Determinación de la humedad</i>	41
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	42
3.1	Resultados de la caracterización domiciliaria	42
3.1.1	Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios	42
3.1.2	Densidad de residuos sólidos domiciliarios	43
3.1.3	Composición física de los residuos sólidos	44
3.1.4	Humedad de los residuos sólidos	49
3.2	Resultados de la caracterización no domiciliaria y especial	49
3.2.1	Generación total	49
3.2.2	Densidad de residuos sólidos	50
3.2.3	Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios	50
3.2.3.1	Composición física de los residuos sólidos especiales (Supermercados)	55
3.2.4	Humedad de los residuos sólidos	56
3.3	Resultados generales de la caracterización	57
3.3.1	Generación total y generación per cápita total municipal	57
3.3.2	Densidad suelta de residuos sólidos municipales	58
3.3.3	Composición general de los residuos sólidos municipales	58
IV.	CONCLUSIONES	59
V.	RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA	60
	ANEXOS	61
	Anexo 1 : Resolución de Gerencia Municipal N° 0181-2019-MDLM-GM del 19 de junio 2019.	62
	Anexo 2: Acta de acuerdos del equipo de planificación	65
	Anexo 3 : Registro de Asistencia de capacitación	69
	Anexo 4 : Copia de comunicación oficial a los participantes del estudio	70
	Anexo 5 : Materiales de difusión	79
	Anexo 6 : Registro de participantes empadronados	81
	Anexo 7 : Resultados del análisis de laboratorio del parámetro de humedad	133
	Anexo 8 : Registro fotográfico	141



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa de ubicación del distrito de La Molina	9
Ilustración 2: Vista de relieve geográfico de La Molina	10
Ilustración 3: Etapas del Estudio de Caracterización	11
Ilustración 4: Mapa del Distrito de la Molina	13
Ilustración 5: Pesaje de residuos de mercados	21
Ilustración 6: Pesaje de residuos de supermercados	22
Ilustración 7: Pesaje de residuos de barrido	22
Ilustración 8: Pesaje de residuos de papeleras	23
Ilustración 9: Ubicación espacial de las muestra de estudio	24
Ilustración 10: Entrega de bolsas en domicilios	28
Ilustración 11: Empadronamiento y entrega de material de difusión y bolsas en domicilios	28
Ilustración 12: Uso de EPP	29
Ilustración 13: Proceso de caracterización	30
Ilustración 14: Recolección de residuos sólidos y entrega de nueva bolsa domicilios	31
Ilustración 15: Puntos de acopio	31
Ilustración 16: Procedimiento para el cálculo de la GPC	32
Ilustración 17: Pesaje de muestras	32
Ilustración 18: GPC domiciliaria promedio a partir de todas las muestras	33
Ilustración 19: Determinación de la composición física	35
Ilustración 20: Preparación para segregación y separación	35
Ilustración 21: Residuos segregados	36
Ilustración 22: Procedimiento para el cálculo de la Densidad	36
Ilustración 23: Medición del espacio libre después de la compactación para determinación de densidad	37
Ilustración 24: Procedimiento de muestreo para la determinación de humedad	37
Ilustración 25: Cuarteo de la porción de residuos orgánicos	38
Ilustración 26: Embalaje de la muestra para análisis de humedad en laboratorio	38
Ilustración 27: Entrega de residuos no domiciliarios	39
Ilustración 28: Pesaje in situ de residuos especiales	39
Ilustración 29: Segregación de residuos no domiciliarios y toma de pesos	40
Ilustración 30: Proceso para la determinación de la densidad	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Proyección de la Población del distrito de La Molina	14
Tabla 2: Distribución de la muestra domiciliaria	15
Tabla 3: Principales actividades económicas según índice de uso	16
Tabla 4: Principales actividades económicas según índice de uso	17
Tabla 5: Tipos de generadores no domiciliarios	18
Tabla 6: Distribución de la muestra por generadores no domiciliarios	18
Tabla 7: Clase de fuentes de generación en establecimientos comerciales	19
Tabla 8: Distribución de la muestra de establecimientos comerciales	19
Tabla 9: Distribución de la muestra de generadores especiales	20
Tabla 10: Distribución de la muestra de instituciones educativas	20
Tabla 11: Total de población de instituciones educativas del distrito	21
Tabla 12: Total Generación estimada de residuos sólidos en Contenedores	23
Tabla 13: Equipo de Planificación del ECRS	25
Tabla 14: GPC domiciliaria por estrato socioeconómico y distrital	42
Tabla 15: Datos para proyectar Generación Total de Residuos TN/día	43
Tabla 16: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato A	43
Tabla 17: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato B	43

Tabla 18: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato C.....	44
Tabla 19: Composición física de residuos sólidos domiciliarios (Resumen)	44
Tabla 20: Composición física de residuos sólidos domiciliarios.....	45
Tabla 21: Humedad total de residuos sólidos domiciliarios	49
Tabla 23: Generación total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales	49
Tabla 24: Densidad diaria residuos sólidos no domiciliarios.....	50
Tabla 25: Composición física de residuos sólidos no domiciliarios (Resumen)	50
Tabla 26: Composición física de residuos sólidos domiciliarios.....	51
Tabla 27. Composición física de residuos sólidos de Supermercados.....	55
Tabla 28: Humedad total de residuos sólidos no domiciliarios	56
Tabla 29: Humedad total de residuos orgánicos de mercado.....	57
Tabla 30: Generación total de residuos en el distrito de La Molina	57
Tabla 31: GPC distrital	57
Tabla 32: Densidad suelta de los residuos domiciliarios y no domiciliarios.....	58
Tabla 33: Composición porcentual de los Residuos Sólidos Domiciliarios y No domiciliarios.....	58



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Generación per cápita de los residuos domiciliarios según estrato	42
Gráfico 2: Composición de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de La Molina	48
Gráfico 3: % de Residuos sólidos domiciliarios aprovechables del distrito de La Molina	48
Gráfico 4: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito de La Molina	54
Gráfico 5: % de Residuos sólidos no domiciliarios aprovechables del distrito de La Molina	54
Gráfico 6: Composición física de residuos especiales (Supermercado).....	55
Gráfico 7: Residuos especiales (supermercados) Aprovechables y no aprovechables	56
Gráfico 7: Composición porcentual de los Residuos Sólidos Domiciliarios y No domiciliarios.....	59



ARCHIVO DIGITAL

ANEXO 10: Formatos para cálculos de parámetros

- EXCEL FORMATOS ESPECIALES
- EXCEL FORMATOS DOMICILIARIOS
- EXCEL FORMATOS NO DOMICILIARIOS
- FORMATO DE COMPOSICIÓN
- FORMATO DE DENSIDAD

ANEXO 11: ejemplo de validación de la generación *per cápita* (GPC) para generadores domiciliarios

ABREVIATURAS

ECRS	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos
EO – RS	<i>Empresa Operadora de Residuos Sólidos</i>
GPC	Generación Per Cápita
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAM	Ministerio del Ambiente
NSE	Nivel Socio Económico
RS	Residuos sólidos
RSD	Residuos Sólidos Domiciliarios
RSND	Residuos Sólidos No Domiciliarios
UNALM	Universidad Nacional Agraria de La Molina



INTRODUCCIÓN

Se desarrolla el presente informe en el marco del Servicio de Consultoría “Elaboración del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de La Molina” solicitado por la Gerencia de Medio Ambiente y Obras Públicas de la Municipalidad.

La caracterización es una herramienta que permite obtener información primaria acerca de las características de los residuos sólidos municipales como cantidad generada, densidad aparente del residuo, composición y humedad en un determinado ámbito geográfico. Permite la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos, y la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública. Es insumo para elaborar instrumentos para la gestión de residuos sólidos, proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de RRSS a corto mediano y largo plazo.

Estos datos permitirán una mejor planificación de la gestión de residuos en el distrito. El presente informe proporciona información acerca de las actividades realizadas durante el desarrollo de la actualización del estudio, teniendo en cuenta el incremento de actividades económicas: comerciales y de servicios en el marco de un distrito principalmente residencial y en el que se desarrollan actividades administrativas de muchas grandes compañías, y que en el distrito se llevan a cabo actividades de minimización de residuos a través de la segregación de residuos sólidos inorgánicos y el compostaje de residuos de maleza principalmente, generando compost utilizado en un vivero en el que se produce plántulas que se utilizan en las áreas verdes del distrito.

Se realiza la presente caracterización para determinar la generación *per cápita*, la composición de los residuos generados, la densidad de los mismos y la humedad de la porción de residuos orgánicos, realizando finalmente el cálculo de la generación de residuos del Distrito de La Molina conforme a la “Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos” para el cumplimiento de la Meta 03: Meta 3 Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales, Actividad 3: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales..

El estudio se realizó del 21 al 29 de junio de 2019.

A. DATOS BÁSICOS DEL DISTRITO DE LA MOLINA¹

A.1. Historia del distrito

En el documento de Historia del distrito elaborada por la propia Municipalidad en el 2009, señala que en los aspectos geográficos y ecológicos de La Molina nos encontramos de un lado con elementos naturales o silvestres que el piso ecológico ofrece, y de otro lado con elementos generados por la mano del hombre; gran parte de la ecología propia del distrito tiene que ver con esto último. Si los elementos naturales, a la manera de una materia prima, se gestaron en el cuaternario (3 millones de años), es quizás desde el periodo Formativo (1200 años a. C.) en que la intervención del hombre empieza a cambiar el inicial paisaje de La Molina; pero es sobre todo con la información que llega a nosotros sobre el Señorío de Lati o Ate (1100 años d. C.), que se llega a tener un cabal conocimiento de la dimensión de esta injerencia del antiguo peruano, no solamente en la modificación del paisaje, sino además, en el desarrollo de un equilibrio ecológico con el medio ambiente.

Con la llegada de los españoles este equilibrio se rompe, originándose una sobre explotación de los recursos hasta su aniquilamiento; hay un cambio en el interés y aprovechamiento de los recursos naturales, cediéndose el piso a una explotación más lucrativa; todo esto como consecuencia de la implantación de modos de vida foráneos, a los que se suman el desarrollo de una sociedad agroindustrial y una repentina explosión demográfica.

Respecto a los Relictos Ecológicos de La Molina, que comprende: los Bosques, constituidos por la flora inicial existente antes de la llegada a esta zona del hombre prehispánico. Las Quebradas Secas, compuestas por los cerros agrestes con flora de cactáceas principalmente. La Laguna, la cual se ubicaba en la actual Molina Vieja y que fuera de gran utilidad para los pueblos indígenas. Las Lomas, cuya flora y, sobre todo fauna, se extendía a los terrenos del actual distrito, debido su cercanía. Y finalmente los Campos Cultivados, razón principal de la presencia del hombre a lo largo de diferentes etapas de la historia.

La Molina fue creada el 6 de febrero de 1962, abarca una superficie total de 65,75 km², tiene una población de 140 679 (Censo 2017). Tiene los siguientes límites:

Por el Norte	Ate – Vitarte
Por el Este	Pachacamac
Por el Oeste	Santiago de Surco
Por el Sur	Pachacamac

A.2. Ubicación Geográfica

El distrito de La Molina se ubica en la parte central de la Costa peruana, en el departamento de Lima. Su extensión queda definida, aproximadamente, por las siguientes coordenadas geográficas:

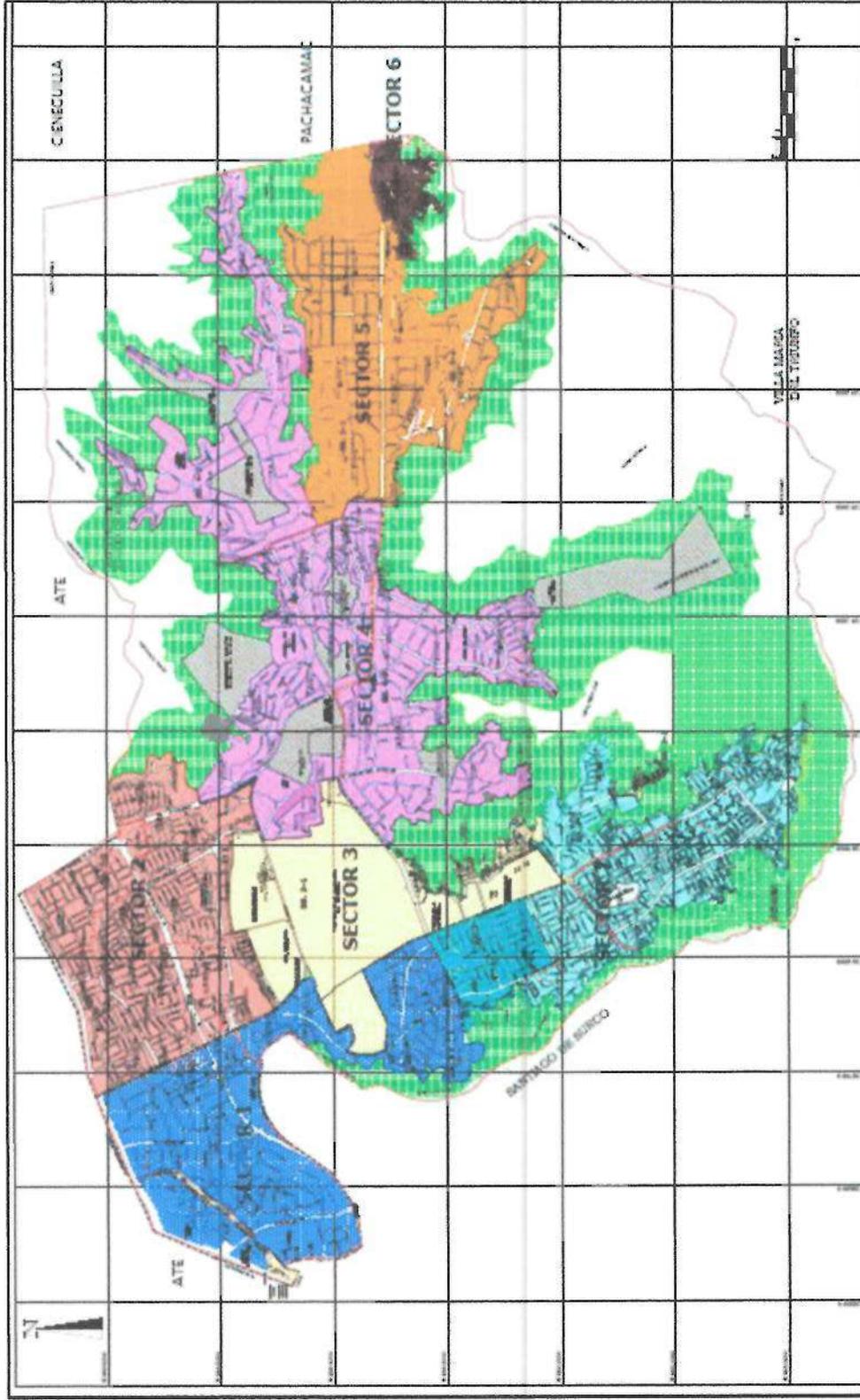
12°00'03" a 12°00'07" Latitud Sur
76° 57' 00" a 76° 51' 00" Longitud Oeste.

Ver Mapa de ubicación del Distrito (Ilustración 1).

¹ Historia del distrito de La Molina. Geografía, Flora, Fauna, Ecología y Geología. Municipalidad de La Molina.



Ilustración 1: Mapa de ubicación del distrito de La Molina



INEI

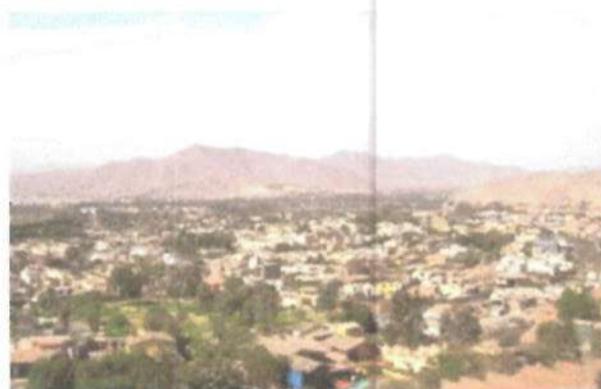
Fuente: Municipalidad de la Molina.- Plano de Sectorización. Presupuesto participativo 2012. <http://www.munimolina.gob.pe/>

A.3. Relieve geográfico

El distrito de La Molina se encuentra en un área límite entre la parte alta de la región Chala y la parte baja de la región Yunga (Chala Hanan y Yunga Lurín, clasificación de Pulgar Vidal), a una altitud que va entre 350 a 900 m.s.n.m.

Por estas características se identifica en la región Chala Hanan, tierras aluviales (aptos para la agricultura donde se encuentra amplias zonas verdes y la región Yunga Lurín, de tierras arenosas y con falta de agua en la que se ubican residencias).

Ilustración 2: Vista de relieve geográfico de La Molina



Fuente: <http://www.munimolina.gob.pe>



A.4. Clima

El clima del distrito de La Molina es por lo general templado y saludable; la atmósfera de abril a diciembre se caracteriza por un amanecer de nubes y nieblas, que sólo eventualmente producen una débil llovizna llamada garúa. Esta carga de nubes tiene su origen en las húmedas y calientes masas aéreas ecuatoriales que soplan del mar hacia nuestras costas y que al desplazarse sobre la superficie fría de la Corriente Peruana se condensan produciendo la niebla que cubre la mayor parte del distrito.

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 Objetivo general

Realizar la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y de fuentes no domiciliarias del Distrito de La Molina con el fin de determinar las características de los residuos generados en el distrito como son: generación, generación *per cápita* (GPC), densidad y humedad. Así mismo, determinar la generación de residuos sólidos especiales de diferentes actividades comerciales en el distrito.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar la cantidad generada de residuos sólidos municipales.
- Determinar la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios.

- Determinar la composición de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la densidad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Determinar la humedad de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios.
- Determinar la generación de residuos sólidos de fuente no domiciliaria.
- Determinar la humedad de residuos de mercado.
- Determinar la generación de residuos sólidos especiales.

Todos estos parámetros pueden ser utilizados para el logro de objetivos como:

- La planificación de la gestión de residuos sólidos.
- Mejora del diseño de sistemas de recogida selectiva de residuos sólidos.
- Mejora de la recolección selectiva de residuos a través de convenios con centros comerciales.
- Mejora de comunicación y sensibilización a los residentes del distrito para una activa participación en los sistemas de gestión de residuos sólidos planificados por la municipalidad.

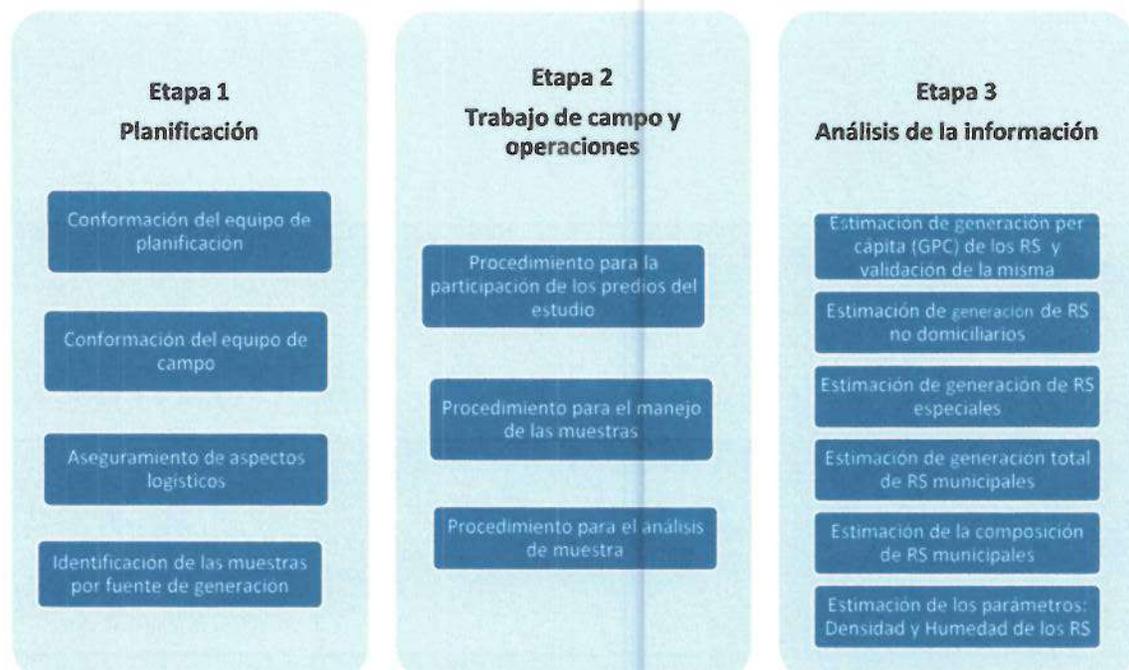


2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El estudio de Caracterización de residuos sólidos del distrito de La Molina se realizó utilizando la metodología propuesta en la "Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos" elaborada por el MINAM.

La Metodología se implementa en las tres etapas de elaboración del ECRS: (1) Planificación, (2) Trabajo de campo y operaciones y (3) Análisis de la información cuyos componentes se muestran en la Ilustración 3:

Ilustración 3: Etapas del Estudio de Caracterización



Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM



2.1 Determinación del número de muestras Domiciliarias

Esta determinación se realiza en base a las pautas dadas en la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos” del MINAM, que *proporciona una metodología estandarizada para que las municipalidades puedan desarrollar estudios de caracterización que generen resultados consistentes, permitiendo el diseño de todas las operaciones y procesos del manejo de residuos sólidos.*

2.1.1 Zonificación del distrito

La zonificación regula el ejercicio del derecho de propiedad predial respecto del uso y ocupación que se le puede dar al mismo. Permite determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación.

Conforme a la Guía, se organiza el estudio conforme a los niveles socio-económicos predominantes en el Distrito de La Molina.

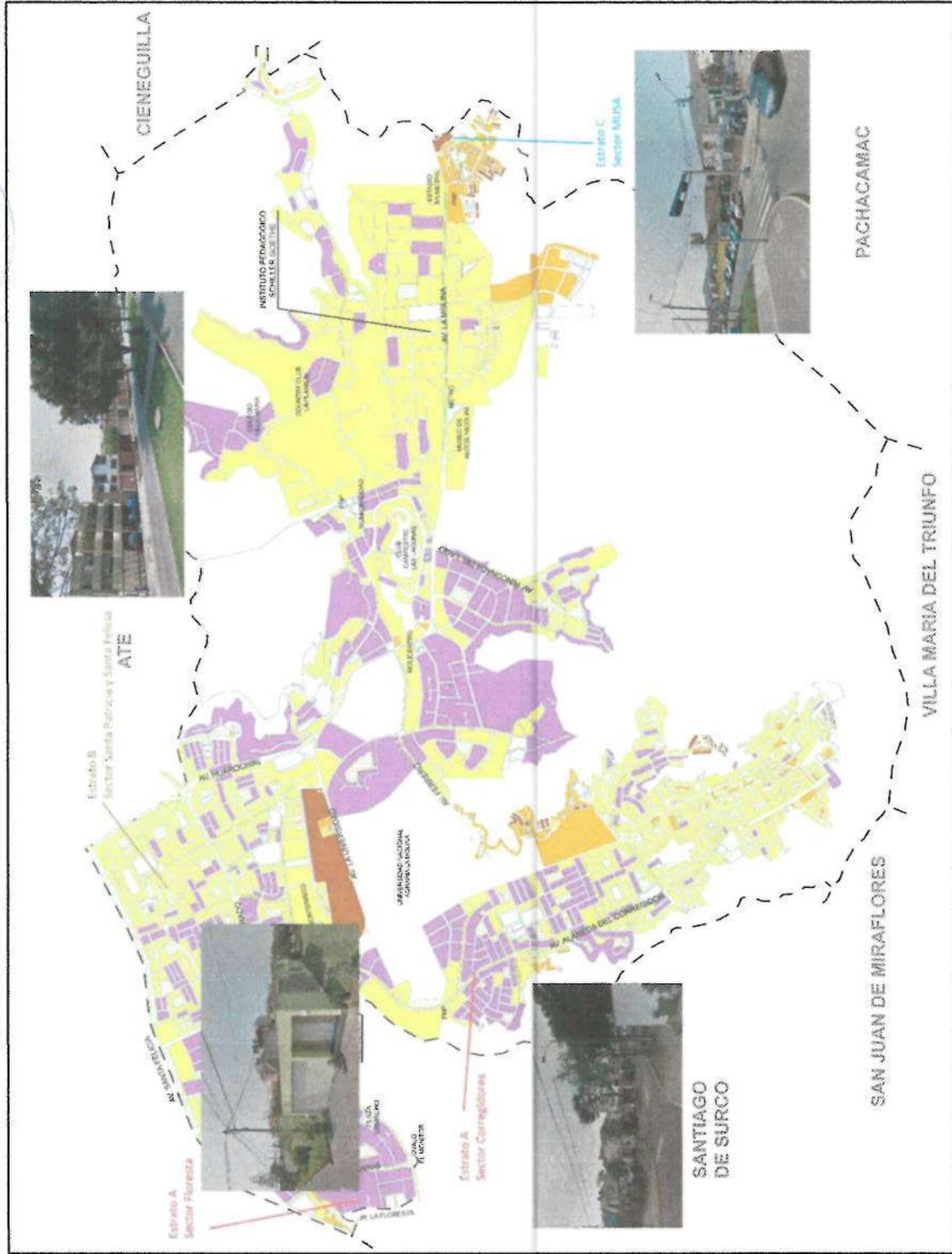
A nivel de estratos socioeconómicos, la población del Distrito de La Molina pertenece mayoritariamente al estrato medio y medio alto. Se utilizó el mapa de estratificación del INEI 2013 y en función a ello se realizó el muestreo para el ECRS (Ver Ilustración 4).

En la siguiente ilustración se presenta los sectores administrativos del distrito de La Molina.





Ilustración 4: Mapa del Distrito de la Molina



ESTRATO	HOGARES
ALTO	10804
MEDIO ALTO	19624
MEDIO ALTO	2954
MEDIO BAJO	494
BAJO	14
	33890

2.1.2 Determinación y proyección de la población actual

La determinación de la población actual del distrito de La Molina se realizó en base a información oficial del Instituto Nacional de Estadística (INEI), del análisis de población dados en los Censos Nacionales de Población de los años 2007 y 2017 se determina la tasa de crecimiento de la población, que da como resultado un crecimiento de 6.2 % anual. En la siguiente tabla se presenta la proyección de la población en el período 2017 - 2027

Tabla 1: Proyección de la Población del distrito de La Molina

Año	Población
2017	140,679
2018	149,365
2019	158,588
2020	168,379
2021	178,776
2022	189,814
2023	201,534
2024	213,978
2025	227,190
2026	241,218
2027	256,111

Fuente: INEI. Elaboración propia



2.1.3 Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial

El distrito de La Molina tiene 16 sectores de trabajo de recolección de residuos sólidos que es realizada a través de un operador autorizado. Se realizó una visita para poder determinar de manera adecuada la distribución de las muestras a obtener.

Para determinar el número de muestras se aplica la siguiente Ecuación 1 dada en el Instructivo Meta 03, 2018 del MINAM:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1) E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

n = Número de muestras (domicilios)

σ = Desviación estándar de la variable X_i (X_i = GPC de la vivienda i) (g/hab/día)

E = Error permisible en la estimación de PPC (g/hab/día)

N = Número total de viviendas del estrato definido

Valores recomendados:

Para efectos de agilizar los cálculos de la fórmula se recomienda utilizar los siguientes valores:

- Error permisible: 563 g/hab-día
- Confiabilidad 95%: 1.96
- Desviación estándar: 280 g/hab-día²

Estos valores han sido considerados como los más apropiados, de acuerdo a la experiencia obtenida en otros estudios. En el siguiente recuadro se muestra el cálculo realizado que da como resultado una muestra domiciliaria de 114, que incluye 20% de contingencia.

Tamaño de muestra domiciliaria

Cálculo del Número de Muestras		
$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1) E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$		
N =	Total de viviendas	33890
Z =	Nivel de confianza 95%	1.96
σ =	Desviación estándar	0.28
E =	Error permisible	0.0563
n =	Número de muestras	95

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM 2018 y Elaboración Equipo Consultor

Número de muestras		95
Muestras de contingencias	20%	19
TOTAL DE MUESTRAS		114

Elaboración Equipo Consultor

La muestra obtenida, de 114 viviendas, se distribuyó según la estratificación por sectores, tomando como fuente el plano estratificado a nivel de manzanas socioeconómicas elabora por el INEI.

Tabla 2: Distribución de la muestra domiciliaria

Estrato	Hogares 2007	%	Muestras
A	10804	31.9%	36
B	19624	57.9%	66
C	3462	10.2%	12
	33890		114

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Elaboración Equipo Consultor

²En muestras tomadas para diferentes estudios realizados se ha encontrado como promedio de desviación estándar 250 gr/hab/día.

2.2 Determinación de número de muestras no domiciliarias y especiales

2.2.1. Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos

En el distrito de La Molina al año 2019, se tienen registradas 6 271 unidades económicas, cuyo índice de uso se muestra en el cuadro siguiente, donde la principal actividad está centrada en las actividades de comercio y servicios a escala local, que representa el 93% que incluye principalmente a las bodegas, lavanderías, cafeterías, spa o salones de belleza, ferretería, librerías, cabinas de internet, agentes financieros, etc. Luego se tiene las oficinas administrativas de empresas de diferentes giros, galerías y mercados que representan el 7%. El resto está representado por otras unidades o actividades económicas que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3: Principales actividades económicas según índice de uso

Actividad comercial según uso	Cantidad de Establecimientos
Comercio	5814
Colegios Particulares	183
Club	99
Deposito y/o Almacén	43
Playa o Edificio de Estacionamiento	31
Supermarket-Gran Almacén	16
Gob. Central	11
Universidad Particular	11
Asistencia Gratuita	10
Asociación y/o Fundación sin fines de lucro	10
Educacional (Estatad)	10
Universidad Nacional / Estatal	8
Instituto de Investigación Y C	4
Cultural	3
Fundación. o Asociación	3
Institución Publica Descentralizada	3
Local Comunal	3
Campo Deportivo	2
Comisaría	3
Instituto Superior	2

Fuente: Catastro Municipalidad de La Molina –Elaboración: Equipo Consultor



2.2.2 Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios

A continuación, se presenta la clasificación de generadores no domiciliarios³, según la nueva guía de ECRS elaborada por el MINAM en diciembre 2018.

Tabla 4: Principales actividades económicas según índice de uso

Fuentes de Generación	Tipos de No Domiciliarios
Establecimientos comerciales	Bodegas, Librerías, Bazares, Cabinas de internet, Locutorios, Panaderías, Ferreterías, Farmacias y boticas, Salones de belleza, Peluquerías, Centros de entretenimiento (cines, discotecas, casinos, entre otros)
Instituciones públicas y privadas	Iglesias, Bancos, Oficinas administrativas
Instituciones educativas	Colegios, Universidades, Institutos, Academias
Hoteles	Hospedajes, hotel, hostales
Mercados	Mayoristas, minoristas
Restaurantes	Restaurantes, establecimientos de comida rápida, bares
Barrido y limpieza de espacios públicos	Servicio de barrido y limpieza de calles

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM 2018 y Elaboración Equipo Consultor

Con la información proporcionada por el área respectiva de la Municipalidad, se tiene al 2019 una cantidad de 7 599 establecimientos no domiciliarios, para determinar el tamaño muestra, se considera 7 423 establecimientos comerciales. (No incluye instituciones educativas y mercados, para ellos se utiliza otra metodología). En el siguiente recuadro se presenta el cálculo del número de muestras del tipo No domiciliario que da como resultado 114 muestras considerando un 20%.

Tamaño de muestra no domiciliario

Cálculo del Número de Muestras		
$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1) E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$		
N =	Total de establecimientos	7423
Z =	Nivel de confianza 95%	1.96
σ =	Desviación estándar	0.25
E =	Error permisible	0.05
n =	Número de muestras	95

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM 2018 y Elaboración Equipo Consultor

³ Generan residuos que se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública.

Número de muestras		95
Muestras de contingencias	20%	19
TOTAL DE MUESTRAS		114

Elaboración Equipo consultor

En el siguiente cuadro se presenta los tipos de generadores no domiciliarios del distrito de La Molina.

Tabla 5: Tipos de generadores no domiciliarios

Tipo de generador	Fuentes de generación de residuos sólidos	Cantidad de Fuentes de Generación
No domiciliario	Establecimientos comerciales	4963
	Restaurantes	952
	Hoteles	19
	Instituciones Públicas y Privadas	1489
	Instituciones Educativas Privadas ⁴	152
	Barrido y limpieza de espacios públicos	16 ⁵
	Mercados	6
TOTAL		7597

Fuente: Catastro Municipalidad de La Molina –Elaboración: Equipo Consultor

Las muestra (114) se distribuye según la representatividad de la fuente de generación, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6: Distribución de la muestra por generadores no domiciliarios

Fuentes de generación de residuos sólidos	Representatividad	Muestra calculada	Total muestras por fuentes de generación
Establecimientos comerciales	66.90%	114	76
Restaurantes	12.80%	114	15
Hoteles	0.30%	114	0
Instituciones Públicas y Privadas	20.00%	114	23
TOTAL	100.00%		114

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos”. MINAM 2018 y Elaboración Equipo Consultor

⁴ Solicitaron licencia de funcionamiento.

⁵ 16 zonas de trabajo en el distrito

En el siguiente cuadro se presenta las clases de fuentes de generación de residuos sólidos de establecimientos comerciales y el número de comercios que existen en el distrito de la Molina.

Tabla 7: Clase de fuentes de generación en establecimientos comerciales

Fuente de generación de residuos sólidos "Establecimiento comercial"	N° de comercios	Clasificación
Bodegas	653	Clase 1
Librerías	282	Clase 2
Bazares y ventas diversas	2844	Clase 2
Cabinas de internet	113	Clase 2
Locutorio	4	Clase 2
Panadería	40	Clase 1
Ferretería	129	Clase 3
Farmacia	103	Clase 4
Salón de belleza	632	Clase 4
Peluquería	52	Clase 4
Centro de entretenimiento	111	Clase 5
TOTAL	4963	

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM 2018, Catastro Municipalidad de La Molina –Elaboración: Equipo Consultor

En la tabla siguiente se presenta la distribución de la muestra, el mayor número de establecimientos corresponde a la Clase 2: Bazares y ventas diversas, que por lo general son negocios unipersonales.

Tabla 8: Distribución de la muestra de establecimientos comerciales

Clase	N° de comercios	Distribución	N° de muestra calculada	Total muestras por fuentes de generación
1	693	14.0%	76	11
2	3243	65.3%	76	50
3	129	2.6%	76	2
4	787	15.9%	76	12
5	111	2.2%	76	1
TOTAL	4963	100.0%		76

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos". MINAM 2018

2.2.3 Determinación del número de muestra de generadores de residuos especiales

Residuos sólidos especiales son *aquellos similares a los residuos urbanos que por su volumen o características requieren un tratamiento particular, se exceptúa los residuos peligrosos* (De la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. MINAM. 2108).

1. Generadores de Residuos Especiales

Se han identificado 66 generadores especiales, según metodología del MINAM (20%), se requiere una muestra de 13 establecimientos comerciales.

Tabla 9: Distribución de la muestra de generadores especiales

Clase	N° de comercios	Distribución	N° de muestra calculada
Grifos	29	20.0%	6
Lubricentos	6	20.0%	1
Veterinarios	31	20.0%	6
Laboratorios ambientales	0	20.0%	0
TOTAL	66		13

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales MINAM 2018. Elaboración Equipo Consultor

2. Instituciones educativas

En el distrito al 2018, existen 252 instituciones educativas, y según la nueva metodología señala que es recomendable muestrear como mínimo el 20 % del total, sin exceder un máximo de diez (10) instituciones educativas

Tabla 10: Distribución de la muestra de instituciones educativas

Clase	N° de Instituc. Educativas	% según tipo de Generador	N° de muestra calculada	N° de muestra ajustada
Instituciones educativas superiores con menos de 200 alumnos	11	20.0%	2	2
Instituciones educativas superiores con más de 200 alumnos	13	20.0%	3	3
Colegios con más de 200 alumnos	51	20.0%	10	2
Colegios con menos de 200 alumnos	177	20.0%	35	3
TOTAL	252		50	10

Fuente: Escale MINEDU 2018, SUNEDU. Elaboración Equipo Consultor

Para este grupo de generadores, la GPC de la muestra recolectada resulta de dividir el total de personal administrativo, docente y alumnos de cada institución educativa respecto a su generación diaria de residuos sólidos. En este caso la GPC de instituciones educativas es de 0,116 kg/día. (Ver Archivo digital ANEXOS_10_y_11_ en archivo No Domiciliarios).

Esta GPC identificada multiplicada por la cantidad total de población del sector (70 837 personas – Tabla 11) nos da una generación diaria de 8 233,1 kg/día. (8,23 TN/día).

Tabla 11: Total de población de instituciones educativas del distrito

Institución	Total de Administrativo/Docente/Alumnos
Instituciones Educativas Priv-Pub	43 422
Universidades	
UNIFE	2 358
San Ignacio de Loyola	18 279
USEL	183
Post Grado UNE La Cantuta	225
UCAL	1 238
UNALM	5 132
Población Total	70 837

Fuente: Escala MINEDU 2018, SUNEDU. Elaboración Equipo Consultor

3. Otros generadores

a. Mercados y Supermercados

En el distrito existen 6 mercados, en las que se levantó información y se realizó el pesaje en sus zonas de disposición para la determinación de la generación. Así mismo se realizó el muestreo de los residuos orgánicos para análisis de humedad en dos mercados.

Ilustración 5: Pesaje de residuos de mercados



También se ha levantado información de 2 supermercados de los 9 que existen en el distrito. Se cuantificó y se realizó la composición de los mismos para ver el potencial de reciclaje.

Ilustración 6: Pesaje de residuos de supermercados



b. Barrido y Almacenamiento

Para la obtención de información acerca del barrido y limpieza pública se contactó con el Programa de Limpieza Pública de La Molina. Así mismo se acompañó al personal de barrido en las vías seleccionadas para realizar el pesaje in situ de las muestras de acuerdo a lo establecido en la Guía. El servicio de barrido de calles es realizado por un equipo de 136 operarios; donde 84 personas realizan el servicio de barrido por grupo en zonas residenciales y que retoman cada 15 días. En las avenidas principales se cuenta con 24 barredores y en zonas comerciales, que cuenta con 28 personas, el servicio es diario.

Cuentan con movilidad y personal de apoyo para recolectar las bolsas de cada sector de trabajo. En promedio en zonas residenciales recolectan de 4 a 5 bolsas de 120 litros. En avenidas principales y comerciales se recolectan de 6 a 8 bolsas diarias. En promedio las bolsas pesan entre 8 a 14 kg.

Ilustración 7: Pesaje de residuos de barrido



También se cuenta con barrido mecánico que recorre en promedio 40 km lineales y que tiene una capacidad de 7 toneladas. Esta unidad de barrido, en promedio, recolecta 2 952 kg de residuos.

c. Papeleras y tachos soterrados

Ilustración 8: Pesaje de residuos de papeleras



En el distrito se cuenta con 717 papeleras, que en promedio almacenan 1,79 kg/día de residuos sólidos.

El distrito también cuenta con 10 contenedores soterrados de 4m³ para almacenamiento de residuos sólidos de las vías públicas y población flotante que transita por el distrito, Para determinar la capacidad del contenedor se utiliza la densidad no compactada de residuos sólidos no domiciliarios (96,69 kg/m³) determinada en este estudio. Se recolecta aproximadamente 2,90 toneladas diarias de residuos de los contenedores como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12: Total Generación estimada de residuos sólidos en Contenedores

Tipo de Contenedor	Cantidad	Capacidad (kg)	Capacidad de uso (%)	Generación RS TN/día
Soterrados	10	290.7	0,75	2.90

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Julio 2019

2.2.4 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial

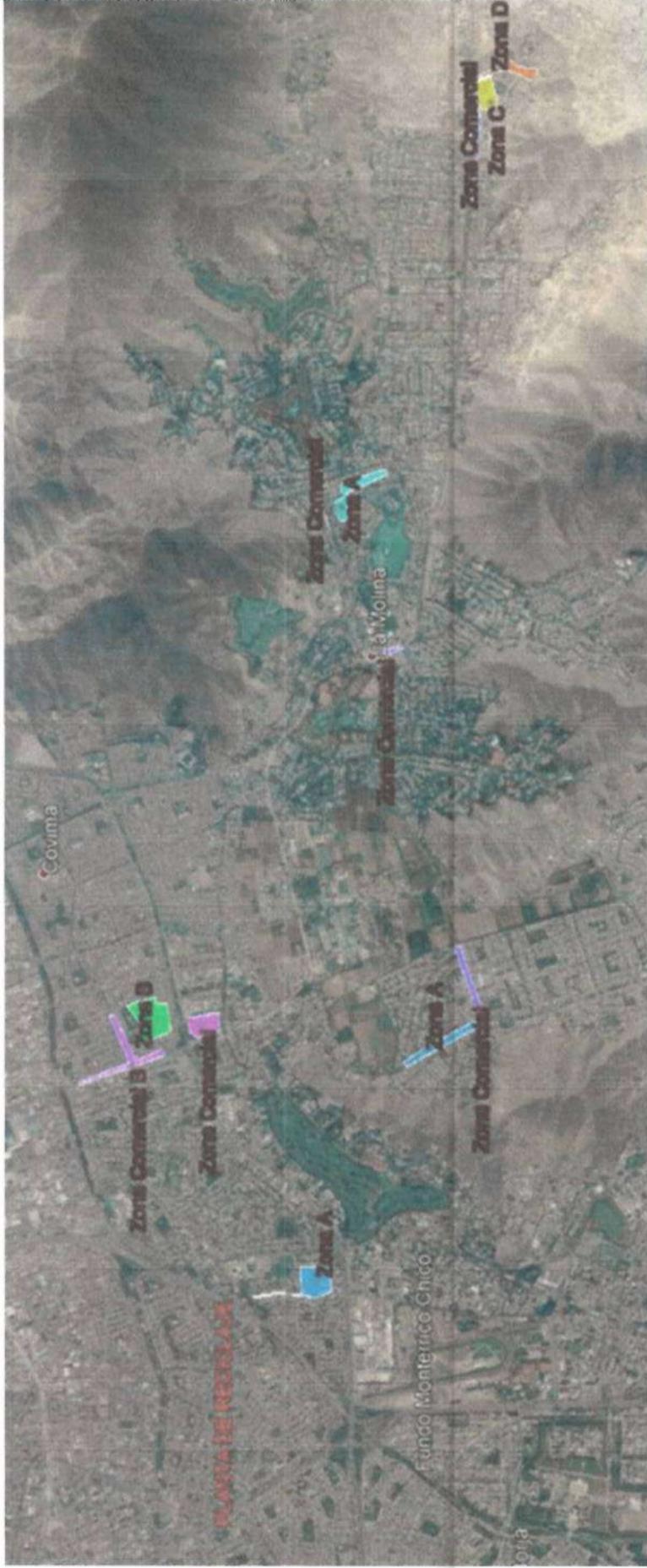
Una vez que se ha determinado la cantidad de muestras se selecciona las zonas de muestreo:

1. Para las muestras domiciliarias se seleccionaron 3 zonas por nivel socio económico
2. Muestras no domiciliarias, selección de las zonas comerciales dentro de los estratos seleccionados.
3. Muestras de especiales selección en el distrito.

Toda esta selección se ubica en un mapa del distrito (Ilustración 9) y se realiza una inspección in-situ.



Ilustración 9: Ubicación espacial de las muestra de estudio



Fuente: Google Earth. Elaboración propia.

2.3 Procedimientos para la realización del estudio

2.3.1 Coordinaciones generales

El desarrollo del presente estudio fue coordinado con especialistas de la Gerencia de Gestión Ambiental y Obras Públicas:

Autoridad Local	Responsable	Cargo
Gerencia de Gestión Ambiental y Obras Públicas	Ing. Luis Gamarra Romero	Sub-Gerente de Servicios Públicos
	Srta. Sabrina Ruiz Gonzales	Responsable de Planta de Segregación
	Ing. Mayra Díaz Ramírez	Coordinadora de Gestión Ambiental y Segregación en la fuente
	Ing. Lady Paredes Cruz	Coordinadora de Limpieza Pública

2.3.2 Conformación del equipo planificación y de campo, y capacitación

La Municipalidad distrital de La Molina conformó su equipo de planificación mediante Resolución de Gerencia Municipal N° 0181-2019-MDLM-GM del 19 de junio 2019 (Ver Anexo 1), cuyos integrantes y funciones se muestran en el Cuadro 1 y que facilitaron el desarrollo del ECRS realizando la coordinación con las diferentes gerencias involucradas.

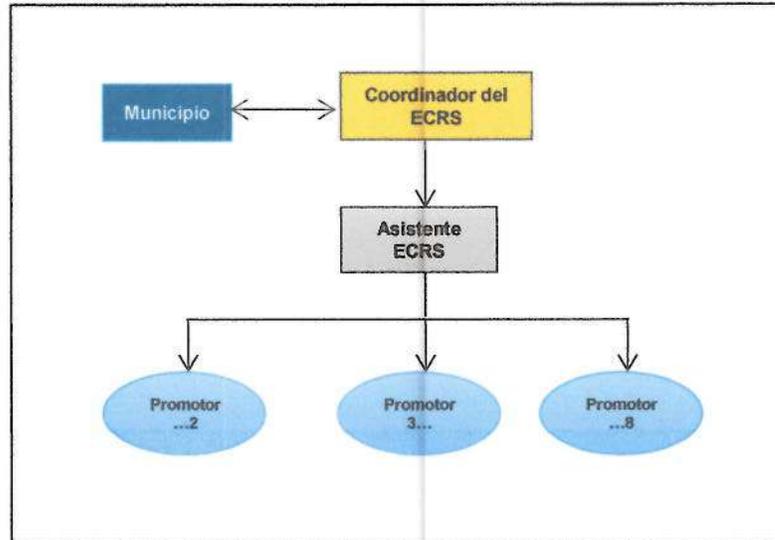
Cuadro 1: Equipo de Planificación del ECRS

RESPONSABLE	CARGO	FUNCIONES
Ing. José Jáuregui Cubas	Gerente de Gestión Ambiental y Obras Públicas	Conducir y gestionar el proceso para elaborar el estudio. Aprobar el plan de trabajo del equipo de campo.
Ing. Luis Gamarra Romero	Sub-gerente de Servicios Públicos	Supervisar la integridad del desarrollo del trabajo de campo.
Arq. Silvia Yzarra Luyo	Sub-Gerente de Habilitaciones Urbanas, Planeamiento Urbano y Catastro	Facilitar la información para el desarrollo del estudio.
Sr. Alfredo Reynaga Ramírez	Gerente de Planeamiento, Presupuesto y Desarrollo Institucional	Programar y asegurar el presupuesto para el desarrollo del estudio.
Sr. Felipe Noblecilla Pascual	Gerente de administración y Finanzas	Asegurar los procesos para adquisición de insumos y bienes para el desarrollo del estudio.
Sr. Daniel Canales Llaccharimay	Sub-gerente de Logística	Asegurar la distribución y entrega oportuna de los insumos y bienes para el desarrollo del estudio.

Elaboración: Equipo consultor

El Equipo técnico y de campo

El equipo de trabajo estuvo conformado por 2 coordinadores técnicos, un asistente de campo y 7 promotores bajo el siguiente organigrama:



Elaboración Equipo consultor

a. Coordinación con el Municipio

Se coordinó con especialistas de la municipalidad de La Molina, para ver las actividades relacionadas a la elaboración del estudio de caracterización. Se presenta el acta de coordinación inicial en el Anexo 2. La supervisión técnica y apoyo brindado desde el municipio fue permanente y efectiva.

b. Coordinación del estudio

Estuvo a cargo de dos profesionales de la institución IPES con experiencia en el manejo de residuos, los cuales dirigieron las actividades operativas, así como todo lo relacionado con la logística del estudio y responsable de la sistematización del mismo.

Los responsables del estudio coordinaron de manera permanente con los especialistas del municipio de La Molina, para ver el avance las actividades programadas, alguna queja de los vecinos respecto al estudio, logística del área de estudio, relación con otras áreas como el Programa de Limpieza Pública de la Molina, entre otros.

c. Personal promotor

El personal de asistentes del estudio estuvo conformado por estudiantes de ingeniería ambiental de diferentes universidades públicas y privadas limeñas; recibieron capacitación en estudios de caracterización y participaron activamente en todo el estudio a través de:

- ✓ Realización y/o supervisión de encuestas.
- ✓ Toma de datos del pesaje y composición de los residuos.
- ✓ Los miembros han participado y colaborado en todas las etapas del estudio, situación que enriquece el proceso mismo y los resultados finales.

2.3.3 Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

Para el cumplimiento de los objetivos del estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de La Molina, se utilizaron los siguientes recursos y materiales.

a. Recursos Humanos

- 02 Técnicos responsables.
- 01 Asistente de campo.
- 08 Estudiantes de ingeniería ambiental que hicieron labores de encuesta y apoyo para la entrega de las bolsas durante los 8 días y su recojo centralizado en las zonas de muestreo (promotores).
- 01 Chofer.

b. Equipos y Materiales utilizados

- 01 Balanza electrónica con lectura máxima de 250 kg
- 02 Cilindros metálicos de 200 litros de capacidad.
- 01 Wincha de 5.0 metros.
- 01 Tamiz metálico de 0.7 x 0.70 metros.
- 01 Manta doble de polietileno de 6 x 4 metros.
- 01 Camión para traslado de residuos.
- 1800 Bolsas de polietileno de alta densidad (PEAD) de 20 x 30 pulgadas de color negro para negocios y multicolor para domicilios.
- 10 Chalecos de seguridad.
- 10 Pares de guantes de cuero.
- 100 Mascarillas de filtro mecánico.
- 08 Mandiles de plástico.
- 12 Bolsas de polietileno para toma de muestras
- 01 Caja de tecnopor

c. Material complementario

- Formatos de encuesta.
- Formatos de registro de datos.
- Planos del área de estudio.
- Herramientas y materiales de limpieza
- Útiles de aseo personal
- Botiquín
- Laptop
- Cámara fotográfica digital.

2.3.4 Sensibilización y empadronamiento

El equipo técnico realizó un Taller de Inducción para la sensibilización de los promotores (Ver Lista de asistencia, Anexo 3), que se llevó a cabo el jueves 20 de junio de 2019

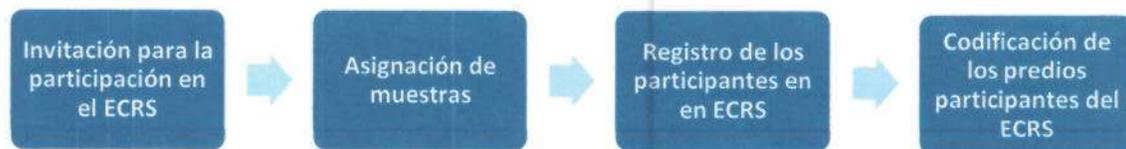
Conforme a la Guía, se hizo una introducción general acerca de los residuos sólidos y su gestión integral de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Dec. Leg. N° 1278,

Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; sobre el estudio de caracterización y su importancia, así como la metodología del estudio. Se hizo hincapié en la sensibilización de los vecinos, utilizando los materiales de comunicación sugeridos por la Guía, como son: Carta de invitación (Ver Anexo 4) presentada por el promotor a los vecinos (vivienda o establecimientos) suscrita por la autoridad municipal, folleto informativo sobre la gestión de residuos y su participación en el Estudio de Caracterización mediante identificación de la casa o establecimiento con un sticker pegado en su puerta (presentados en el Anexo 5), llevando a cabo ensayos de presentación introduciendo el material en lenguaje simple, sin tecnicismos y mucho respeto animando a los vecinos a su participación, estos materiales se presentan en el Anexo 5, invitándoles a firmar su participación en un formato de registro. Se distribuye en esta sesión, la cantidad de domicilios y establecimientos, previamente reconocidos por el equipo de campo, asignados a cada promotor para su empadronamiento recalcando la importancia de la codificación diferenciada de viviendas y establecimientos. También se instruyó acerca de los residuos especiales, escogiéndose mercados, supermercados, colegios, universidades.

El 21 de junio se llevó a cabo el empadronamiento de los vecinos residentes en el distrito de La Molina y los diferentes establecimientos comerciales asentados en el distrito, con cada promotor identificado debidamente con el fotocheck.

En la siguiente ilustración se presenta el procedimiento de participación de los predios en el ECRS:

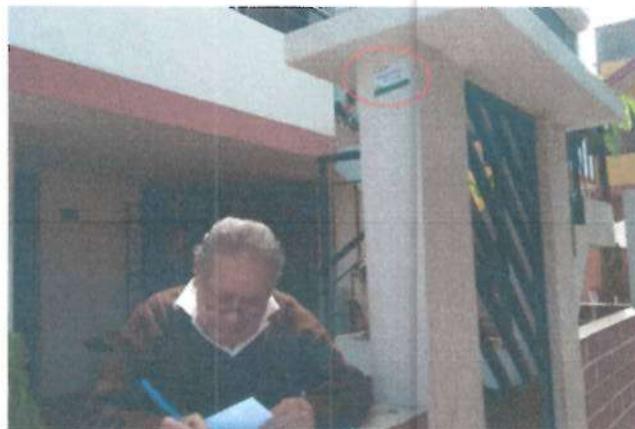
Ilustración 10: Entrega de bolsas en domicilios



Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM

Se empadronaron 114 viviendas y 114 establecimientos. También se seleccionaron 6 mercados, 7 colegios, 2 universidades, 2 supermercados.

Ilustración 11: Empadronamiento y entrega de material de difusión y bolsas en domicilios





2.3.5 Plan de seguridad e higiene

En el Taller de Inducción del equipo del estudio, fue considerado el tema de seguridad e higiene en el manejo de los residuos, incidiendo en la importancia del uso del equipo de protección personal. El personal técnico y los operarios, recibieron la orientación respectiva sobre la importancia de utilizar todo el equipo de protección personal necesario, tales como:

- ✓ Mascarillas
- ✓ Guantes de cuero flexible y suave
- ✓ Lentes de protección
- ✓ Mandil de plástico
- ✓ Calzados apropiados

También en zona adecuada cerca de agua corriente se colocó jabón medicado para el aseo personal de los participantes en el estudio en todo momento y de carácter obligatorio al final de cada jornada antes de retirarse.

Ilustración 12: Uso de EPP

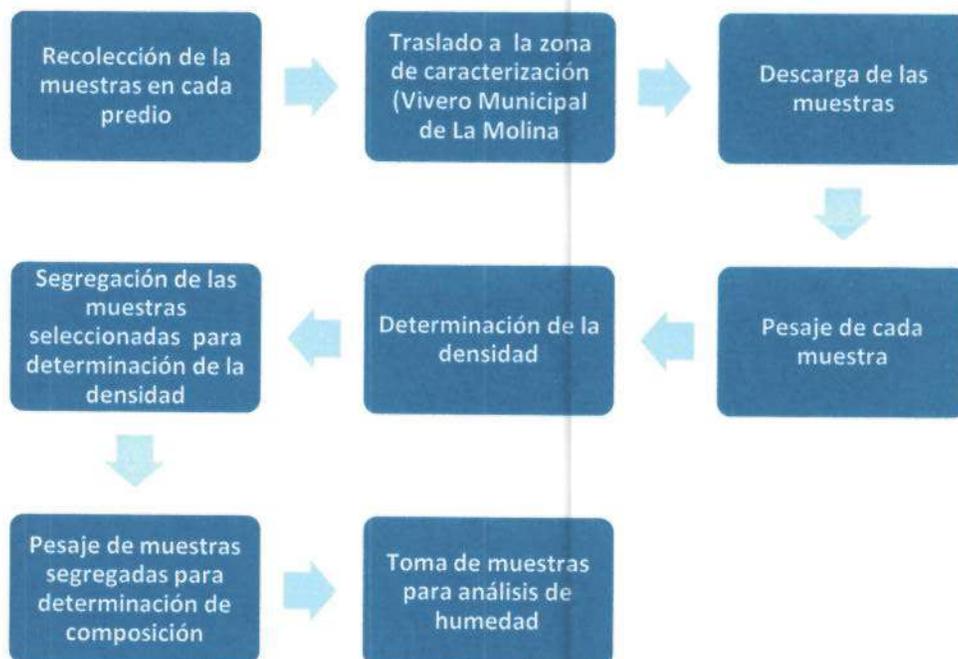


2.4 Ejecución del estudio

Se comenzó el estudio con el empadronamiento de viviendas y establecimientos comerciales seleccionados con el fin de lograr la participación de los vecinos en el estudio de caracterización mediante su firma.

Se realizó el estudio del 21 al 29 de junio de 2019, participaron 8 promotores (estudiantes universitarios) capacitados previamente. Se inició el empadronamiento el 21 de junio, entregándose las bolsas diferenciadas por código y color de acuerdo a los estratos socioeconómicos considerados en la guía en los domicilios y establecimientos comerciales que participaron en el estudio. En cada vivienda/negocio seleccionado se indica al jefe o jefa de familia o al representante del negocio, que depositen dentro de la bolsa los residuos generados en el día como consecuencia de las diferentes actividades realizadas en el hogar o en el establecimiento comercial. Los registros de empadronamiento se presentan en el Anexo 6.

Ilustración 13: Proceso de caracterización



Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM 2018

2.4.1 Recolección de muestras domiciliarias

Se realiza la recolección de muestras por 8 días a una hora convenida durante el empadronamiento. Los promotores recogen las bolsas y las acopian en lugares predeterminados para ser recolectados por un camión contratado.

Se trasladan las muestras a una zona, previamente coordinada con funcionarios de la Municipalidad sito en el Vivero Municipal de La Molina, donde se acondicionó el pesaje, las mediciones para el cálculo de la densidad y la segregación, así como la toma de muestras para su análisis en Laboratorio, conforme a la Guía.

Ilustración 14: Recolección de residuos sólidos y entrega de nueva bolsa domicilios



Ilustración 15: Puntos de acopio

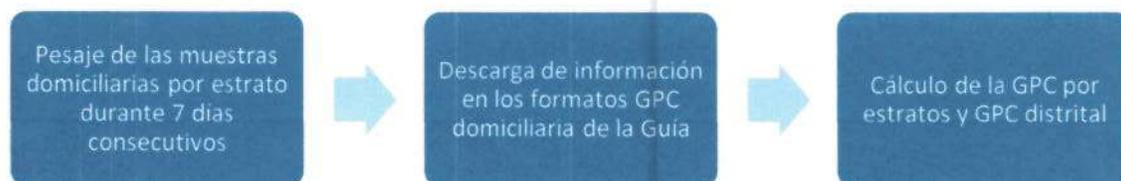


2.4.1.1 Determinación de la generación per-cápita

Las muestras recolectadas se separan por estrato y se realiza el pesaje y se registran los pesos en formato sugerido en la Guía para cada muestra de acuerdo a su código.

Con los datos de peso obtenidos durante 7 días (no se consideró el "día 0" como dato) se realizó el cálculo de la Generación *per cápita* (GPC) y total de residuos sólidos domiciliarios para cada estrato. Para la estimación de la GPC se utilizó los formatos EXCEL proporcionados por la guía. El procedimiento se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 16: Procedimiento para el cálculo de la GPC



Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM 2018

En la siguiente ilustración se aprecia el pesaje:

Ilustración 17: Pesaje de muestras



Validación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios (Anexo 10 de la Guía)

A continuación se presenta el proceso de validación de la generación de residuos sólidos domiciliarios según la Guía para el Cumplimiento de la Meta Residuos del MINAM. Mayor detalle operativo se tiene en el Archivo digital ANEXOS_10_ y_11_RM_457-2018-MINAM

Paso 1:

Registro de Peso Inicial

Haciendo una suma de la GPC de las 114 viviendas de los días 2° al 8°, descartando el primer día, se calcula la generación promedio de residuos de La Molina, dando como resultado una GPC igual a 0,66 kg/hab/día. En la Ilustración 18 se puede apreciar este hecho.

Paso 2:

Descarte inicial de registro de pesos de viviendas

Descartando las muestras del día 0 y las viviendas que participaron menos de 04 días, se descalifica 10 viviendas, y la GPC varía a 0,74 kg/hab/día

Ilustración 18: GPC domiciliaria promedio a partir de todas las muestras



N° de vivienda	Estrato	Código	Número de habitant	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria							Validación si estan todos los datos	Generación per cápita Kg/persona/día	
				Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg			Día 7 Kg
1	A	I-A-1	6		1.52	1.5	4.9	5.6	6.6	4.1	5.2	OK	0.70
2	A	I-A-2	3		3.31	5.90	4.90	8.20	5.90	4.80	1.80	OK	1.66
3	A	I-A-3	4		2.59	6.40	2.10	3.30	3.30	4.00	19.00	OK	1.45
4	A	I-A-4	5		2.79	3.20	1.40	3.80	4.00	1.60	12.40	OK	0.83
5	A	I-A-5	6		1.57	3.40		0.90	3.20	3.40	1.00	OK	0.37
6	A	I-A-6	5		2.46	4.90	1.00	0.50	8.00	1.60	2.00	OK	0.58
7	A	I-A-7	4			1.10	2.50	3.70	9.90	2.90	12.60	OK	1.36
8	A	I-A-8	5			2.60	1.80	1.60	1.50	1.80	5.20	OK	0.48
9	A	I-A-9	3			3.10	1.70	3.00	1.80	2.50		OK	0.81
10	A	I-A-10	5			4.50		4.60	3.40	2.70		OK	0.76
11	A	I-A-11	3			3.80	2.20	3.20	2.10	2.60	3.40	OK	0.96
12	A	I-A-12	2		2.50	1.60			1.90	5.90		OK	1.49
13	A	I-A-13	3		4.20		3.50		4.70	6.70		OK	1.59
14	A	I-A-14	6		3.20		2.50		4.60		2.90	OK	0.55
15	A	I-A-15	4		2.20		2.80		3.10		8.20	OK	1.02
17	A	I-A-17	3		2.40		2.00			3.50	3.20	OK	0.93
19	A	I-A-19	3		1.80	1.50		2.20		2.30		OK	0.65
21	A	I-A-21	2		2.10		0.70	0.70	0.70	0.40		OK	0.46
22	A	I-A-22	4		1.79		1.40	10.10	9.40	3.80	5.60	OK	1.34
23	A	I-A-23	3		2.12		1.90	1.60		0.80		OK	0.54
24	A	I-A-24	5		0.63		1.20	2.50	2.80		1.40	OK	0.34
26	A	I-A-26	6				7.10	4.20	3.30	2.80	1.60	OK	0.63
27	A	I-A-27	4		0.64	3.50	2.00	4.00	3.70	6.10		OK	0.63
28	A	I-A-28	2		0.96	2.10	1.80		2.30	1.10		OK	0.83
29	A	I-A-29	3		1.80	1.00	7.30		5.80			OK	1.33
30	A	I-A-30	9			5.33	7.00	6.50	6.40	5.00	3.60	OK	0.63
31	A	I-A-31	5		1.24	1.30		1.00	3.50			OK	0.35
33	A	I-A-33	3		1.93	0.90	5.10		1.50			OK	0.79
34	A	I-A-34	3		0.57	4.30	2.10	2.10	3.70	4.40	4.80	OK	1.05
35	A	I-A-35	4		2.65	1.20	3.20		3.50	5.90	1.20	OK	0.74
36	A	I-A-36	4		0.24	2.80	1.10		1.70			OK	0.37
37	A	I-A-37	6			9.80	7.00		4.40	6.50	12.80	OK	1.35
38	B	I-B-1	4		3.81	4.00	5.30	1.60	2.30	1.30	4.20	OK	0.80
39	B	I-B-2	2		2.24	1.30		0.01	0.20			OK	0.47
40	B	I-B-3	2			1.30	3.10		1.90	1.30		OK	0.95
41	B	I-B-4	2		1.03	0.20	1.20	2.00		1.30	5.20	OK	0.91
42	B	I-B-5	3		1.50	1.00	0.80	2.00	2.10	1.80	2.40	OK	0.55
43	B	I-B-6	3		2.50	1.20	3.00	1.90		2.80		OK	0.76
44	B	I-B-7	2			2.60			0.40	0.50	4.20	OK	0.96
45	B	I-B-8	3			2.00	1.50		3.00	3.10		OK	0.80

Paso 3:

Con los datos de generación de las viviendas que quedan, se calcula los intervalos de sospecha.

Se ordena los GPC de menor a mayor y se determina el intervalo de sospecha usando la fórmula descrita.

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_{(i)}|}{S}$$

\bar{X}	Promedio de GPC
$X_{(i)}$	Promedio GPC vivienda
S	Desviación estándar

Paso 4:

Se descartan viviendas, cuyos datos sean mayores según la siguiente regla:

si $Z_c > 1,96$ se descartan

Con los datos validados se descartan 4 viviendas más, cuyos valores son mayores al índice de nivel de confianza, quedando al final del ajuste 100 viviendas. Se obtiene la nueva GPC y desviación estándar (0,34), y se procede a calcular el tamaño de muestra, cambiando la desviación estándar en la fórmula de tamaño de muestra inicial. El resultado es una muestra de 98 viviendas, dado que el tamaño remanente es de 100 viviendas, se valida la muestra trabajada; quedando por tanto, la nueva GPC de La Molina en 0,681 kg/m²/día.

La nueva desviación estándar es de: 0.34

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

N =	Total de viviendas	33890
Z =	Nivel de confianza 95%	1.96
σ =	Desviación estándar	0.34
E =	Error permisible	0.057
n =	Número de muestras	98

El estudio es válido, si se cumple la condición N°1:
 "El nuevo Número de muestras obtenidas < conteo del número TOTAL de muestras al finalizar la validación"

El nuevo número de muestras obtenido es de : 98
 Como el N° de viviendas que quedaron al final es de: 100

98 < 100 CUMPLE LA CONDICIÓN
 Se valida la fase 1

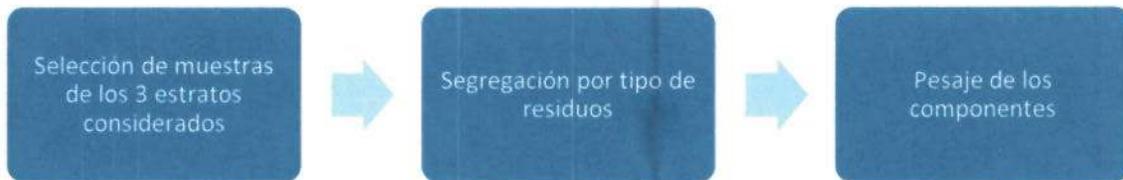


2.4.1.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para determinar la composición física de los residuos sólidos se seleccionaron muestras de cada estrato para su segregación en tipos de residuo conforme al listado sugerido en la Guía.

El procedimiento se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 19: Determinación de la composición física



Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM 2018

Ilustración 20: Preparación para segregación y separación



Ilustración 21: Residuos segregados



2.4.1.3 Determinación de la densidad

La densidad es un parámetro importante para determinar la capacidad de los equipos de recolección y almacenamiento de los residuos. Para esta determinación se seleccionaron muestras por cada estrato con peso conocido, se colocan en un cilindro de 200 litros. El procedimiento es el siguiente:

Ilustración 22: Procedimiento para el cálculo de la Densidad



Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM 2018

En la siguiente ilustración se muestra parte del procedimiento:

Ilustración 23: Medición del espacio libre después de la compactación para determinación de densidad



2.4.1.4 Determinación de la humedad

La humedad de los residuos sólidos se atribuye a los residuos orgánicos. Este parámetro es importante para determinar la potencialidad de los residuos sólidos de producir de lixiviados que facilitan la degradación de los residuos. El análisis se realiza en un laboratorio.

El procedimiento se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 24: Procedimiento de muestreo para la determinación de humedad

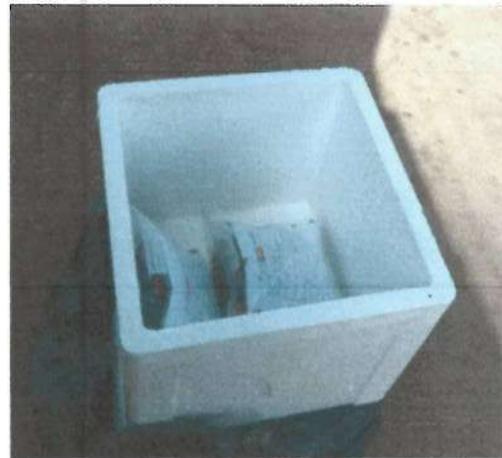


Fuente: Adaptado de la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. MINAM 2018

Ilustración 25: Cuarteo de la porción de residuos orgánicos



Ilustración 26: Embalaje de la muestra para análisis de humedad en laboratorio



2.4.2 Recolección de muestras de generadores no domiciliarios y especiales

Se realizó la selección de muestras de generadores no domiciliarios teniendo en cuenta el total de establecimientos con licencia de la municipalidad para el cálculo del número de muestras no domiciliarias.

En cuanto a residuos especiales, se seleccionaron 13 muestras, donde se realizó el pesaje *in situ* de los residuos generados a diario para la determinación de la generación, incluyendo mercados.

Ilustración 27: Entrega de residuos no domiciliarios



2.4.2.1 Determinación de la generación

En el caso de los residuos sólidos no domiciliarios, las muestras de los establecimientos seleccionados se recolectaron las bolsas previamente entregadas y se trasladaron a la planta de trabajo para su procesamiento conforme a la Guía.

En el caso de residuos especiales, para la determinación de la generación se realizó el pesaje *in situ* de los residuos generados, incluyendo mercados.



Ilustración 28: Pesaje in situ de residuos especiales



2.4.2.2 Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos de establecimientos no domiciliarios se utiliza el método del recipiente cilíndrico, similar al utilizado en hogares. La clasificación es similar a la de viviendas.

Ilustración 29: Segregación de residuos no domiciliarios y toma de pesos



2.4.2.3 Determinación de la densidad

Para calcular la densidad de los residuos sólidos recolectados se realizó lo siguiente:

- Acondicionar un recipiente cilíndrico de 200 litros de capacidad.
- Al azar se escoge bolsas de las ya registradas y pesadas y se procede a vaciar el contenido de las bolsas escogidas dentro del recipiente; sucesivamente hasta llenar el cilindro.
- Una vez lleno, se levanta el recipiente 10 cm sobre la superficie y se deja caer tres veces, con la finalidad de llenar los espacios vacíos en el mismo.
- Luego se mide la altura libre y se registra el dato en el formato correspondiente.



Adicionalmente, se debe compactar la basura dentro del cilindro, con la ayuda de una persona, con el fin de determinar una nueva altura, con este dato y utilizando la misma fórmula anterior, se determina la densidad de la basura compactada.

En la siguiente ilustración se muestra el proceso de determinación de densidad:

El cálculo de la densidad se realiza en gabinete utilizando la siguiente fórmula:

$$V_r = \frac{w}{\pi * (D/2)^2 * (H_f - H_o)} \quad (3)$$

Donde:

ρ :	Densidad de los residuos sólidos
w :	Peso de los residuos sólidos
V :	Volumen de los residuos sólidos
D :	Diámetro del cilindro
H_f :	Altura total del cilindro
H_o :	Altura libre de residuos sólidos
π :	Constante Pi (3.1416)

Ilustración 30: Proceso para la determinación de la densidad



2.4.2.4 Determinación de la humedad

Se realizaron 3 muestreos *in situ* de residuos orgánicos de los siguientes mercados:

1. Mercado Musa
2. Mercado Santa Felicia

Las muestras se analizaron por humedad en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM los certificados de análisis se muestran en el Anexo 7.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

3.1 Resultados de la caracterización domiciliaria

3.1.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios

La generación por persona día se calculó utilizando los formatos proporcionados por la Guía del MINAM, en la que se toma en cuenta la cantidad de pesos de residuos generados en los 7 días y la cantidad de habitantes por domicilio; previamente se realiza la validación de los datos conforme a las instrucciones de la Guía.

Los datos utilizados para el cálculo de la GPC por estrato fueron: N° de habitantes y generación de cada día (kg).

En la siguiente tabla se presenta la GPC por estratos socioeconómicos y distrital calculados utilizando el Formato GPC domiciliaria del Archivo digital ANEXOS_10_y_11 LA MOLINA que acompaña la Guía:

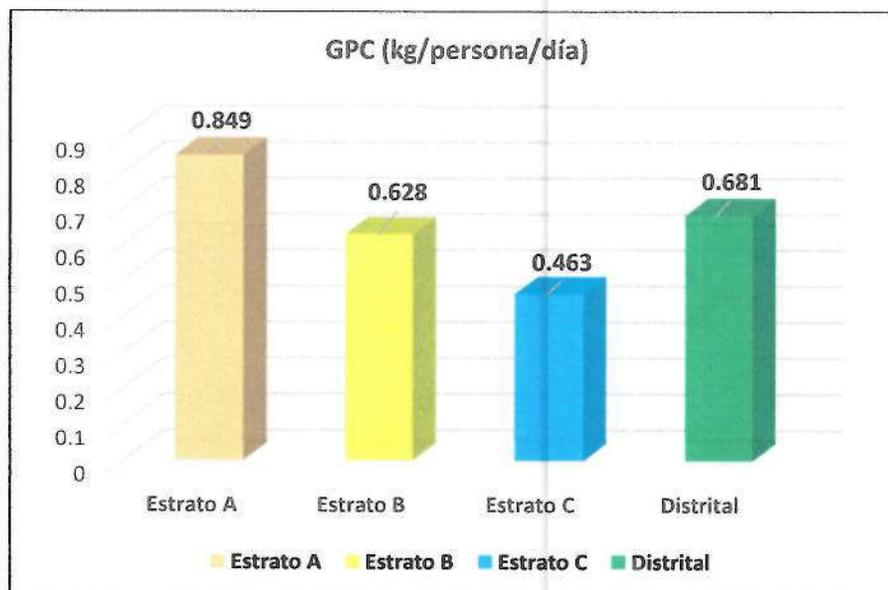
Tabla 13: GPC domiciliaria por estrato socioeconómico y distrital

Estrato	GPC Validada kg/persona/día	Representatividad	GPC domiciliaria
Estrato A	0.849	31.9%	0.271
Estrato B	0.628	57.9%	0.363
Estrato c	0.463	10.2%	0.047
Distrito		100%	0.681

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019 (Archivo digital ANEXO 11-VALIDACIÓN GPC DOMICILIARIO)

En el Gráfico 1 se representa la generación *per cápita* (GPC) distrital y la GPC por estrato socioeconómico.

Gráfico 1: Generación per cápita de los residuos domiciliarios según estrato



Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019

El cálculo de la proyección de la generación total por día en el distrito de La Molina se realizó utilizando los datos presentados en la Tabla 14.

Tabla 14: Datos para proyectar Generación Total de Residuos TN/día

Descripción	Promedio
Generación <i>per cápita</i> – GPC (kg/hab/día)	0,681
Población proyectada 2019	158 588

Fuente: INEI - Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019

Realizado el cálculo se tiene la que en el distrito de La Molina se genera 107,99 toneladas por día de residuos sólidos domiciliarios.



Generación Residuos Sólidos Domiciliarios en La Molina (Julio 2019) = 107,99 TN /día

3.1.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios



La estimación de la densidad (peso volumétrico diario) se realiza utilizando el formato dado en la guía, con los parámetros tomados durante 7 días, considerando el volumen que ocupa la cantidad (peso) de residuos sólidos generados. Se ha estimado la densidad por estratos socioeconómicos consignado la densidad diaria. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 15: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato A

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	125.26	141.55	127.85	188.59	190.82	216.46	297.64	184.02

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019

Tabla 16: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato B

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	96.61	169.86	113.83	172.00	167.42	153.16	295.24	166.87

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019

Tabla 17: Densidad diaria residuos sólidos domiciliarios, Estrato C

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	138.02	169.98	142.62	129.88	142.40	150.02	214.92	155.41

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019

3.1.3 Composición física de los residuos sólidos

Para estimar la composición de residuos se hizo uso de la Matriz de Composición Porcentual dado en el Formato del Archivo digital 'ANEXOS_10_y_11_RM_457-2018-MINAM' que acompaña la Guía. La composición se expresa en porcentaje en peso, para ello se promedian los pesos de cada componente durante 7 días. El procedimiento consiste en segregar cada tipo de residuo y pesar cada uno de ellos, una vez obtenido el valor total se realiza el cálculo para determinar la composición porcentual de cada tipo de residuo.

En la Tabla 18 se presenta un resumen de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios que está desarrollado en la Tabla 19.

En el Gráfico 1 se aprecia la composición porcentual de los residuos (conforme al resumen), también se puede apreciar que hay un 80 % aproximadamente de residuos sólidos con potencial de valorización (Gráfico 2).

Tabla 18: Composición física de residuos sólidos domiciliarios (Resumen)

Tipo de residuo	Peso	Porcentaje
Residuos Orgánicos	95.34	54.1%
Papel	11.74	6.7%
Cartón	8.61	4.9%
Vidrio	6.84	3.9%
Plástico	10.74	6.1%
Tetrabrik	1.04	0.6%
Metales	2.26	1.3%
Textiles	2.11	1.2%
Caucho	0.26	0.1%
Residuos No Aprovechables	37.44	21.2%
TOTAL	176.36	100.0%

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019



Tabla 19: Composición física de residuos sólidos domiciliarios

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
1. Residuos aprovechables	16.31	18.10	15.31	17.07	20.69	14.38	37.06	138.93	78.70%
1.1. Residuos Orgánicos	10.92	12.00	11.35	12.34	16.84	10.35	21.54	95.34	54.01%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	7.98	12.00	10.74	12.34	16.84	9.25	21.54	90.69	51.38%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	2.94	0.00	0.61	0.00	0.00	1.10	0.00	4.65	2.63%
Otros orgánicos (estiercol de animales menores, huesos y similares)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2. Residuos Inorgánicos	5.38	6.10	3.96	4.73	3.86	4.04	15.53	43.59	24.69%
1.2.1. Papel	1.53	0.61	1.95	0.90	1.22	1.21	4.33	11.74	6.65%
Blanco	0.00	0.12	0.31	0.44	0.17	0.07	0.00	1.12	0.63%
Periódico	1.46	0.39	1.49	0.36	0.41	1.14	4.07	9.32	5.28%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.07	0.10	0.15	0.10	0.64	0.00	0.26	1.30	0.74%
1.2.2. Cartón	0.51	0.95	0.36	2.42	0.78	0.80	2.78	8.61	4.88%
Blanco (liso y cartulina)	0.00	0.45	0.23	0.68	0.00	0.00	0.95	2.31	1.31%
Marrón (Corrugado)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.85	0.88	0.50%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.51	0.51	0.13	1.74	0.78	0.77	0.98	5.42	3.07%
1.2.3. Vidrio	0.80	1.94	0.35	0.54	0.64	0.47	2.10	6.84	3.87%
Transparente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.80	1.94	0.35	0.54	0.64	0.47	2.10	6.84	3.87%
Otros (vidrio de ventana)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.4. Plástico	1.80	1.85	0.79	0.51	0.65	0.92	4.23	10.74	6.08%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.34	0.38	0.10	0.05	0.03	0.51	1.07	2.48	1.40%



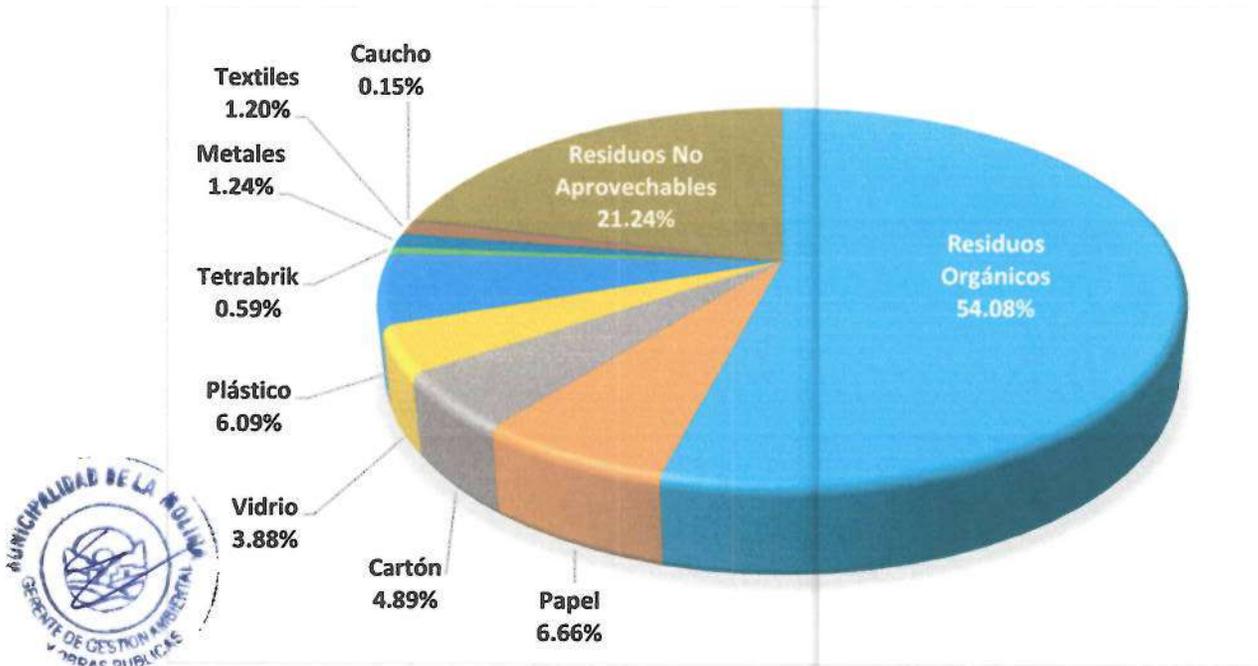
TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							COMPOSICION PORCENTUAL	
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		TOTAL
	kg	%							
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.69	0.27	0.30	0.23	0.37	0.18	1.71	3.76	2.13%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaque film)	0.48	0.82	0.35	0.20	0.13	0.21	1.45	3.64	2.06%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.12	0.26	0.00	0.02	0.12	0.02	0.00	0.54	0.31%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinias de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.12	0.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.16%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00	0.31	0.18	0.12	0.18	0.13	0.12	1.04	0.59%
1.2.6. Metales	0.22	0.26	0.28	0.10	0.21	0.27	0.92	2.26	1.28%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.22	0.26	0.22	0.10	0.21	0.14	0.92	2.07	1.17%
Acero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.04%
Hierro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.04%
Aluminio	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03%
Otros Metales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.7. Textiles (telas)	0.33	0.19	0.06	0.13	0.18	0.18	1.04	2.11	1.20%
1.2.8. Caucho, cuero, jébe	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.26	0.15%
2. Residuos no reaprovechables	3.82	3.31	5.17	5.03	6.42	6.97	6.88	37.59	21.30%
Bolsas plásticas de un solo uso	0.22	0.00	0.58	0.49	0.50	0.53	0.20	2.53	1.43%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	2.00	2.37	3.25	3.30	4.22	3.18	4.32	22.63	12.82%
Pilas	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.39%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.04	0.06	0.14	0.41	0.16	0.39	0.04	1.24	0.70%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	0.12	0.53	0.85	0.82	1.47	0.78	1.54	6.11	3.46%
Restos de medicamentos	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.42	0.24%



TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							COMPOSICION PORCENTUAL	
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		TOTAL
	kg		kg						
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.35	0.17	0.17	0.01	0.07	0.46	0.31	1.56	0.88%
Otros residuos no categorizados (madera)	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	1.27	0.46	1.90	
Otros residuos no categorizados (RAEE)	0.32	0.01	0.17	0.00	0.00	0.03	0.00	0.53	0.30%
TOTAL	20.13	21.41	20.48	22.10	27.11	21.35	43.94	176.52	100.00%

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina -- Jul 2019. Elaboración: Equipo consultor

Gráfico 2: Composición de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de La Molina



Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019. Elaboración: Equipo Consultor

Gráfico 3: % de Residuos sólidos domiciliarios aprovechables del distrito de La Molina



Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019. Elaboración: Equipo consultor

3.1.4 Humedad de los residuos sólidos

Las muestras del componente de residuos orgánicos de los residuos domiciliarios se analizaron por humedad en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM, los certificados de análisis se muestran en el Anexo 6. Los resultados se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20: Humedad total de residuos sólidos domiciliarios

Peso de residuos sólidos orgánicos kg	Peso de residuos sólidos inorgánicos kg	Fracción de residuos orgánicos %	Humedad (en base a residuos orgánicos) %	Humedad (en base a peso total de residuos sólidos) %
32.1	31.0	50.9%	66.26	33.71
65.5	58.5	52.8%	59.32	31.33

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019, Certificado de Laboratorio. Elaboración: Equipo consultor

3.2 Resultados de la caracterización no domiciliaria y especial

3.2.1 Generación total

En el siguiente cuadro se presenta la generación total de residuos no domiciliarios y especiales. Se generan en total 42 640,47 kg/día de residuos no domiciliarios y especiales. La cantidad de establecimientos se dan en la Tabla 21: Tipos de generadores no domiciliarios

Tabla 22: Generación total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales

Fuente	Tipo de Generador		Generación Total (kg/día)
No domiciliarios	Establecimientos Comerciales	Clase 1	1 775,91
		Clase 2	4 755,58
		Clase 3	90,76
		Clase 4	1 375,47
		Clase 5	318,44
	Mercados ⁶		382,75
	Restaurantes		4 162,82
	Institución Priv. Pub.		2 324,57
	Barrido y Almacenamiento	Avenidas y Residencias	8 899,53
		Papeleras	1 281,64
		Barredora Mecánico	2 952,50
Contenedores Soterrados		2 900,00	
Instituciones Educativas Públicas y Privadas		8 233,07	
Especiales	Residuos Especiales	448,82	
	Supermercados	2 738,62	
			42 640,47

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019, Archivo digital ANEXOS_10_y_11_LA MOLINA, Certificado de Laboratorio. Elaboración: Equipo consultor

⁶ En promedio se genera una cantidad de 63.79 kg/día por mercado

3.2.2 Densidad de residuos sólidos

La densidad de los residuos sólidos domiciliarios se muestra en la Tabla 23, determinada de manera similar a la de los residuos no domiciliarios.

Tabla 23: Densidad diaria residuos sólidos no domiciliarios

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (s)	148.82	134.61	101.54	121.08	116.57	179.94	237.25	148.54

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019, Archivo digital ANEXOS_10_y_11_RM_457-2018-MINAM. Elaboración: Equipo consultor

3.2.3 Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La composición física se determina de forma similar a la de los residuos domiciliarios. En la Tabla 24 se presenta un resumen de la composición porcentual que se puede apreciar en el Gráfico 4. La composición se presenta desarrollada en la Tabla 25.

En el Gráfico 5 se muestra los porcentajes de residuos aprovechables de los residuos no domiciliarios, que alcanza un 82 %.

Tabla 24: Composición física de residuos sólidos no domiciliarios (Resumen)

Tipo de residuo	Peso	Porcentaje
Residuos Orgánicos	45.55	41.15%
Papel	17.03	15.39%
Cartón	11.85	10.71%
Vidrio	5.12	4.63%
Plástico	9.16	8.28%
Metales	2.13	1.92%
Residuos No Aprovechables	19.85	17.93%
TOTAL	110.69	100.00%

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina – Jul 2019



Tabla 25: Composición física de residuos sólidos domiciliarios

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1 kg	Día 2 kg	Día 3 kg	Día 4 kg	Día 5 kg	Día 6 kg	Día 7 kg		
1. Residuos aprovechables	7.31	6.62	11.78	5.61	13.81	8.60	37.11	90.84	82.07%
1.1. Residuos Orgánicos	4.40	3.85	8.30	2.60	8.10	5.70	12.60	45.55	41.15%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascarras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	4.40	3.85	8.30	2.60	8.10	5.70	12.60	45.55	41.15%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)								0.00	0.00%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)								0.00	0.00%
1.2. Residuos Inorgánicos	2.91	2.77	3.48	3.01	5.71	2.90	24.51	45.29	40.92%
1.2.1. Papel	0.87	0.45	0.80	0.30	0.71	0.20	13.70	17.03	15.39%
Blanco	0.76	0.45			0.20	0.20	0.10	1.71	1.54%
Periódico	0.11		0.80	0.30	0.01		0.20	1.42	1.28%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)					0.50		13.40	13.90	12.56%
1.2.2. Cartón	1.09	0.96	0.20	2.40	1.80	1.80	3.60	11.85	10.71%
Blanco (liso y cartulina)		0.22	0.20	1.70	0.30		1.20	3.62	3.27%
Marrón (Corrugado)								0.00	0.00%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.09	0.74		0.70	1.50	1.80	2.40	8.23	7.44%
1.2.3. Vidrio	0.26	0.26	0.50	0.00	1.70	0.20	2.20	5.12	4.63%
Transparente								0.00	0.00%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)			0.50		1.70	0.20	2.20	4.60	4.16%
Otros (vidrio de ventana)	0.26	0.26						0.52	0.47%
1.2.4. Plástico	0.69	0.96	1.20	0.31	1.50	0.50	4.00	9.16	8.28%



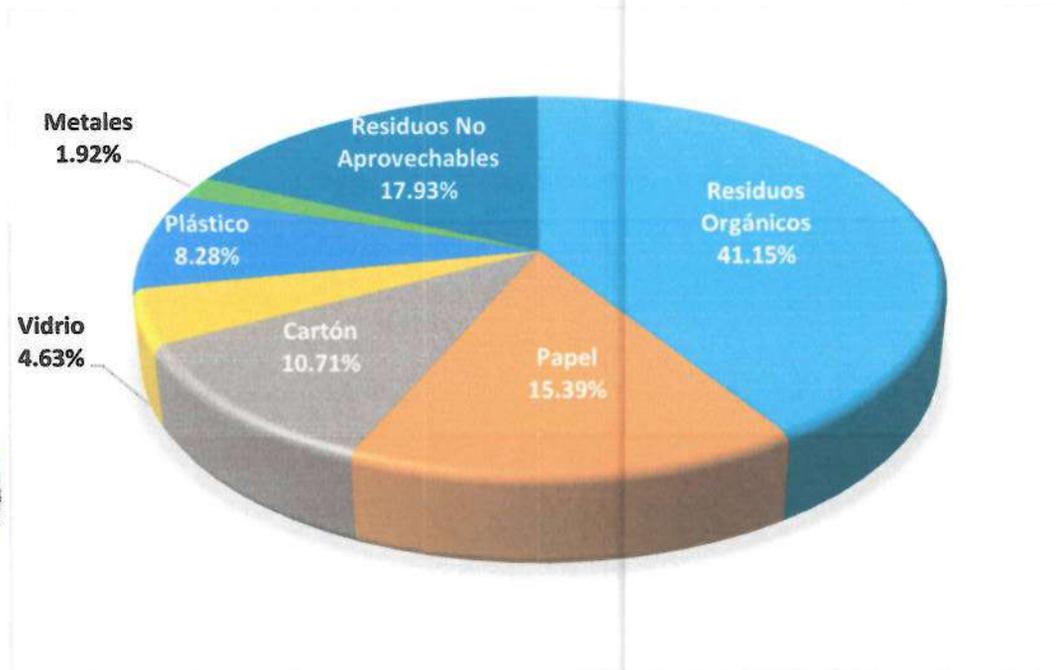
TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	kg								
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.26	0.35	1.20	0.10	1.30	0.30	0.80	4.31	3.89%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)		0.24		0.20	0.20		1.80	2.44	2.20%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.43	0.37				0.20	1.40	2.40	2.17%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)				0.01				0.01	0.01%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinadas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)								0.00	0.00%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)								0.00	0.00%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.6. Metales	0.00	0.14	0.78	0.00	0.00	0.20	1.01	2.13	1.92%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)		0.14	0.75			0.20	0.01	1.10	0.99%
Acero								0.00	0.00%
Hierro								0.00	0.00%
Aluminio								0.00	0.00%
Otros Metales			0.03				1.00	1.03	0.93%
1.2.7. Textiles (telas)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
1.2.8. Caucho, cuero, jébe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
2. Residuos no reaprovechables	0.70	3.77	2.38	1.40	2.80	3.40	7.40	19.85	17.93%
Bolsas plásticas de un solo uso		0.85	1.00	0.50	1.00	0.50	1.20	5.05	4.56%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	0.11	2.65	0.28		0.50	0.50	0.40	4.44	4.01%
Pilas						0.20		0.20	0.18%



TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICION							TOTAL kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
Tecnopor (poliestireno expandido)		0.07	0.14			0.20	0.20	0.61	0.55%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	0.39		0.95	0.70	1.10	1.70	3.40	8.24	7.44%
Restos de medicamentos								0.00	0.00%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros			0.01	0.20	0.20	0.30	0.60	1.31	1.18%
Otros residuos no categorizados (madera)	0.20	0.20							
Otros residuos no categorizados (RAEE)							1.60		
TOTAL	8.01	10.39	14.16	7.01	16.61	12.00	44.51	110.69	100.00%

Fuente: Resultados de Estudio de Caracterización de Residuos de La Molina -- Jul 2019. Elaboración: Equipo consultor

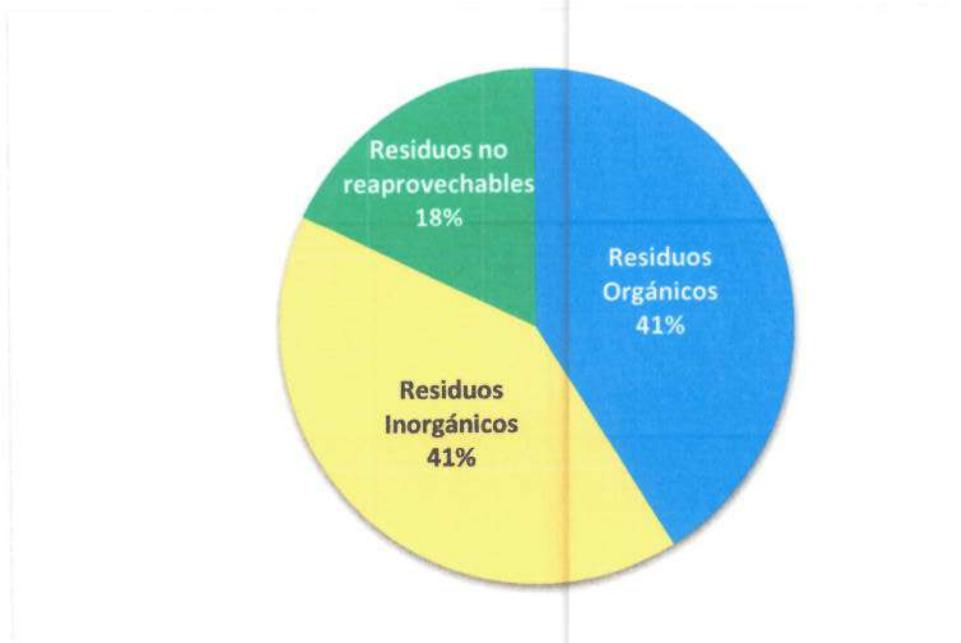
Gráfico 4: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito de La Molina



Elaboración: Equipo Consultor



Gráfico 5: Porcentaje de Residuos sólidos no domiciliarios aprovechables del distrito de La Molina



Elaboración: Equipo consultor

3.2.3.1 Composición física de los residuos sólidos especiales (Supermercados)

Por 4 días se llevó a cabo la segregación y caracterización de una muestra de los residuos de supermercado, para determinar su composición. En la Tabla 27 se presenta la composición física de los residuos de supermercados, destacando la presencia de residuos sólidos orgánicos.

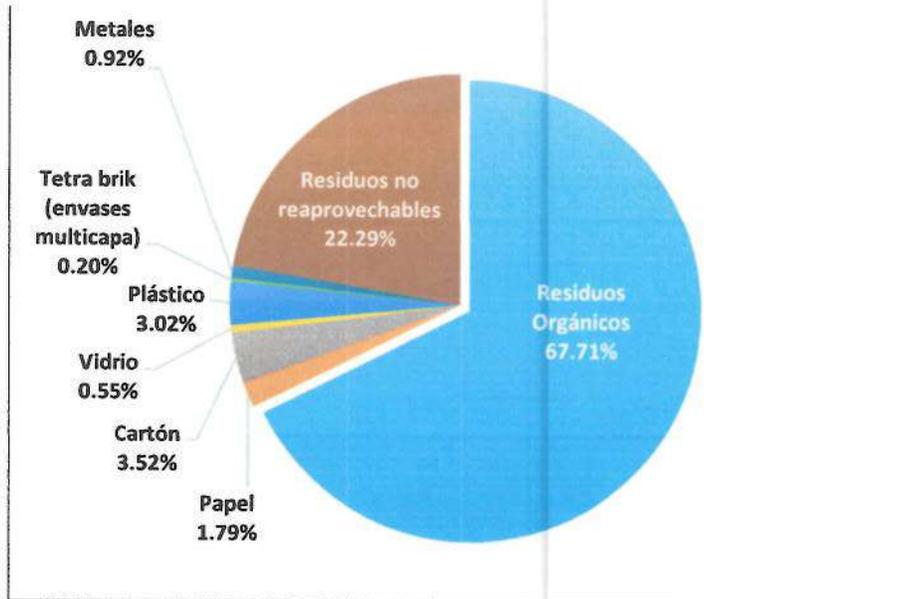
Tabla 26. Composición física de residuos sólidos de Supermercados

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN kg/semana	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
Residuos Orgánicos	736,30	67,71%
Papel	19,45	1,79%
Cartón	38,30	3,52%
Vidrio	6,00	0,55%
Plástico	32,80	3,02%
Tetra brik (envases multicapa)	2,15	0,20%
Metales	10,00	0,92%
Residuos no reprovechables	242,40	22,29%
TOTAL	1 087,40	100,00%

Fuente: Segregación y composición local



Gráfico 6: Composición física de residuos especiales (Supermercado)

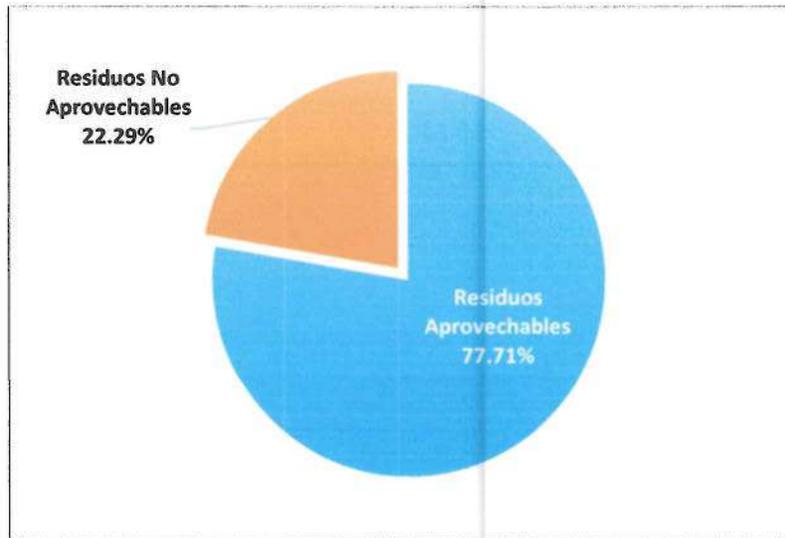


Elaboración: Equipo consultor

Del Gráfico 7, se puede concluir que hay un potencial de reciclaje del 77,7 % entre residuos orgánicos y residuos inorgánicos. Estos se pueden gestionar a través de los recicladores formalizados por la Municipalidad (en caso de residuos inorgánicos) y por empresas privadas que utilizan los residuos orgánicos para compostaje. Previamente se debe hacer un convenio para la segregación en fuente con los supermercados.

Respecto a la disposición final de los residuos sólidos generados en supermercados, quedaría para disponer en relleno sanitario **68 kilos** promedio de residuos no aprovechables por supermercado, y que implicaría una mayor vida útil de los rellenos sanitarios.

Gráfico 7: Residuos especiales (supermercados) Aprovechables y no aprovechables



Elaboración: Equipo consultor



3.2.4 Humedad de los residuos sólidos

La humedad es un parámetro importante en el diseño de rellenos sanitarios para estimar la generación de lixiviados, los resultados se pueden apreciar en la Tabla 27. Es importante el contenido de humedad para la fermentación aeróbica o anaeróbica de los residuos, cuando la humedad es baja, en ocasiones se requiere humedecer los residuos para que el proceso continúe. En la tabla se aprecia también la humedad en base al peso total de residuos sólido.

Tabla 27: Humedad total de residuos sólidos no domiciliarios

Peso de residuos sólidos orgánicos kg	Peso de residuos sólidos inorgánicos kg	Fracción de residuos orgánicos %	Humedad (en base a residuos orgánicos) %	Humedad (en base a peso total de residuos sólidos) %
65.5	58.5	52.8%	66.26	35.00
32.1	63.1	33.7%	59.32	20.00

Elaboración: Equipo consultor

En la Tabla 28 se presenta el análisis de humedad de muestras de mercado, basado en residuos orgánicos solamente. Estos residuos también son dispuestas por la municipalidad a través de una EO-RS, por tanto son dispuestas en un relleno sanitario.

Tabla 28: Humedad total de residuos orgánicos de mercado

Fecha	Mercado	Peso de residuos sólidos orgánicos kg	Humedad (en base a residuos orgánicos) %
03-jul-19	Mercado Musa	112.0	87.45
03-jul-19	Mercado Santa Felicia	25.0	83.07

Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización de la Facultad de Ingeniería Agrícola. Elaboración: Equipo consultor.



3.3 Resultados generales de la caracterización

3.3.1 Generación total y generación per cápita total municipal

Con la información obtenida de la generación de residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales se ha elaborado la siguiente tabla, donde se presenta la generación de residuos sólidos en toneladas proveniente de todas las fuentes descritas, se determina que la generación estimada de residuos sólidos municipales de La Molina es de 150 toneladas diarias; donde el 72% se genera en los domicilios, el 26% en los comercios del distrito. El resto se genera en residuos especiales (lubricentros, supermercados y veterinarias).



Tabla 29: Generación total de residuos en el distrito de La Molina

Tipo de Generador	Cantidad según Tipo Generador	Generación RS (Toneladas)		
		Día	Mes	Año
Residuos Domiciliarios	158,588 hab.	108,00	3 239,95	38 879,43
Residuos No Domiciliarios	6271 establecimientos	39,45	1 183,59	14 203,09
Residuos Especiales	66 establecimientos	3,19	95,62	1 147,48
Total		150,64	4 519,17	54 230,00

Fuente INEI, Resultados del ECRS del distrito de La Molina Elaboración: Equipo consultor

En la siguiente tabla se presenta la generación *per cápita* de residuos sólidos municipales, que se obtiene de dividir la generación municipal total (150,6 ton/día) con la población urbana del distrito, obteniéndose una GPC Municipal de 0.950 kg/hab/día.

Tabla 30: GPC distrital

Residuos Domiciliarios	Residuos No domiciliarios y Especiales	Total Distrital kg / Día	Población 2019	GPC
107 998,00	42 640,47	150 638,47	158 580	0,950

Fuente INEI, Resultados del ECRS del distrito de La Molina Elaboración: Equipo consultor

3.3.2 Densidad suelta de residuos sólidos municipales

La densidad de los residuos municipales es un parámetro importante para el diseño de sistema de disposición final de residuos, la densidad suelta está referida a la condición normal de los residuos (en el origen), es decir, antes de su compactación (menor peso de residuos que ocupa un volumen mayor).

Tabla 31: Densidad suelta de los residuos domiciliarios y no domiciliarios

Fuente	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
Domiciliaria E-A	93.94	119.77	85.75	138.46	144.28	156.65	204.63	134.78
Domiciliaria E-B	82.81	115.33	84.27	127.95	128.03	122.53	223.23	126.31
Domiciliaria E-C	104.35	129.61	122.24	99.21	110.13	119.25	161.19	120.86
No Domiciliaria	91.04	90.29	65.70	83.25	86.35	116.43	145.14	96.89

Fuente: Resultados del ECRS del distrito de La Molina Elaboración: Equipo consultor

La densidad suelta promedio domiciliaria alcanza un valor de 127,32 kg/m³, contra una densidad de 168,76 en promedio de los mismos residuos compactados.

3.3.3 Composición general de los residuos sólidos municipales

Los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios del distrito de La Molina son dispuestos por la Municipalidad a través de una EO-RS que dispone los residuos en una infraestructura de disposición final de residuos sólidos.

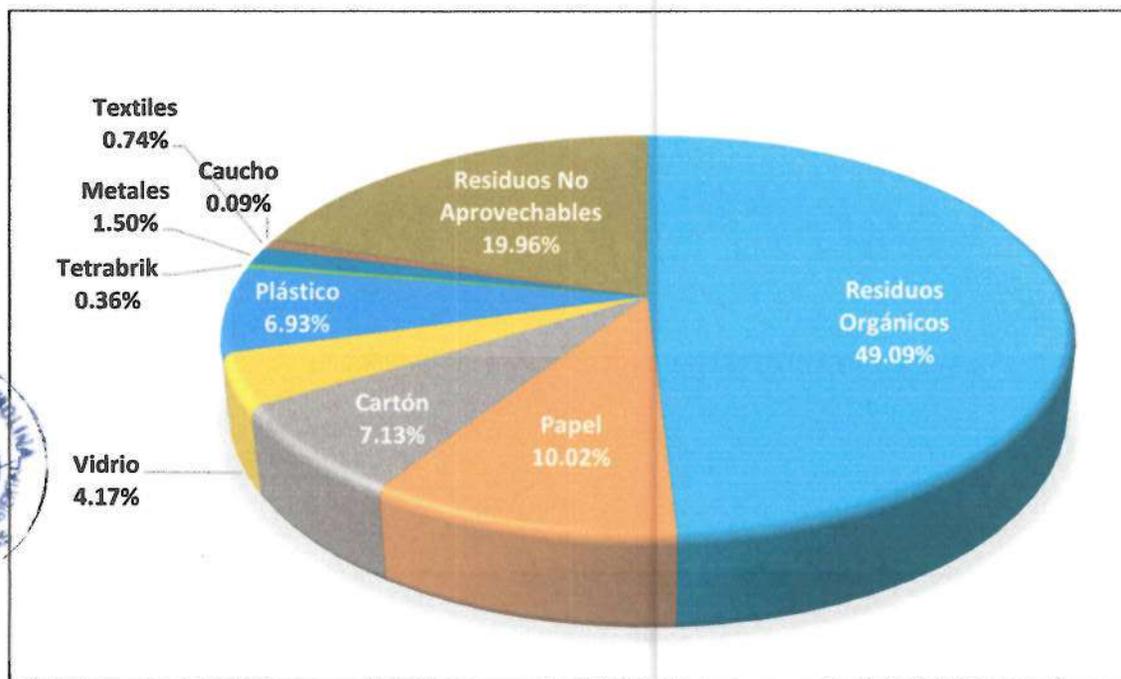
En la Tabla 32 se presenta la composición porcentual de los dos tipos de residuos. En el Gráfico 6 se puede apreciar que los residuos valorizables suman 80 %, de ellos menos del 30% se recolecta en el programa de recolección selectiva dirigida por la municipalidad, por el momento no se valorizan los residuos orgánicos.

Tabla 32: Composición porcentual de los Residuos Sólidos Domiciliarios y No domiciliarios

Tipo de residuo	Peso	Composición
Residuos Orgánicos	140.89	49.1%
Papel	28.77	10.0%
Cartón	20.46	7.1%
Vidrio	11.96	4.2%
Plástico	19.90	6.9%
Tetrabrik	1.04	0.4%
Metales	4.31	1.5%
Textiles	2.11	0.7%
Caucho	0.26	0.1%
TOTAL	283.65	100.0%

Fuente: Resultados del ECRS del distrito de La Molina Elaboración: Equipo consultor

Gráfico 8: Composición porcentual de los Residuos Sólidos Domiciliarios y No domiciliarios



Fuente: Resultados del ECRS del distrito de La Molina Elaboración: Equipo consultor

IV. CONCLUSIONES

- ✓ Al 2019, en el distrito de La Molina existe aproximadamente una población de 158 588 habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 6.2%; por tanto, también se incrementará la cantidad de residuos.
- ✓ La generación *per cápita* de residuos sólidos domiciliarios en La Molina es 0,681 kg/hab/día y la generación *per cápita* de residuos sólidos del distrito⁷ es 0,916 kg/hab/día, con una generación total estimada de 150,6 TN/día. (tomando como base de información la cantidad de población actualizada al año 2019).
- ✓ En el caso de la generación de los residuos sólidos no domiciliarios, la mayor generación absoluta según uso se da en los comercios y servicios que representan el 44% de establecimientos comerciales del distrito.
- ✓ La densidad promedio de los residuos sólidos domiciliarios compactados es de 168 kg/m³. En el caso de la densidad de los residuos no domiciliarios la densidad compactada de 148,5 kg/m³.
- ✓ En relación a la composición física de los residuos sólidos, el tipo de residuo de mayor porcentaje es la materia orgánica con potencial de aprovechamiento del 53 %, luego le siguen material inorgánico reciclable con 27%, y los residuos que no tienen ningún valor de recuperación representan el 20%.

⁷ Residuos sólidos domiciliarios, residuos no domiciliarios y especiales

- ✓ En el caso de la composición de los residuos sólidos no domiciliarios, los orgánicos representan el 41 % y los reciclables el 41 %.
- ✓ En la composición de los residuos sólidos especiales (Caso Supermercados), el 77.7% de los residuos son aprovechables.
- ✓ La humedad de los residuos sólidos domiciliarios del distrito es del 33 %.
- ✓ El servicio de barrido es realizado por una empresa operadora (EO-RS) y se recolectan aproximadamente al día una cantidad de 8,8 toneladas; al igual que los servicios de recolección de contenedores y viviendas que representan mayor cantidad, y que son trasladados a un relleno sanitario en cumplimiento de la normativa.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover la recolección selectiva, dado que la calidad de residuos comerciales es alta en el distrito.
- Se recomienda realizar convenios con los supermercados, pues de acuerdo a la determinación de la composición física realizado, existe material valorizable con potencialidad de reciclaje que contribuiría a minimizar la cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario. Esta valorización implica la segregación en fuente que facilitaría la recolección selectiva a través de recicladores formalizados y empresas interesadas en tratar los residuos orgánicos.
- Se recomienda actividades de sensibilización periódica para una mejor gestión de los residuos sólidos, no es muy fácil obtener la participación de los vecinos.



BIBLIOGRAFÍA

Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales de residuos sólidos. 2018. MINAM.

Historia del distrito de La Molina. Geografía, Flora, Fauna, Ecología y Geología. Municipalidad de La Molina

<http://www.munimolina.gob.pe>

Instituto Nacional de Estadística e Informática - Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda, 2009

<https://www.inei.gob.pe/>