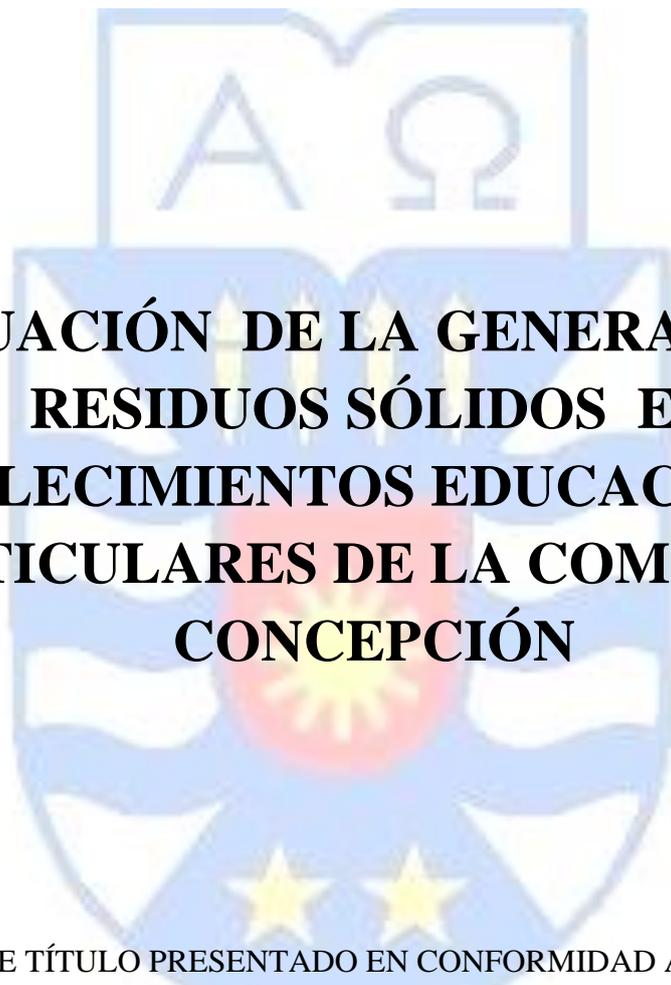


UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke



**EVALUACIÓN DE LA GENERACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN
ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES
PARTICULARES DE LA COMUNA DE
CONCEPCIÓN**

PROYECTO DE TÍTULO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

JONATAN ALEXIS TORRES SILVA

Concepción, Marzo del 2015

NOMENCLATURA.

CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
RS	Residuos sólidos
RSD	Residuos sólidos domiciliarios
RSI	Residuos sólidos instituciones
I.N.E	Instituto Nacional de Estadística
SNCAE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental de establecimientos Educativos
RSM	Residuos sólidos municipales
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
EEP	Establecimientos educacionales particulares.
GPC	Generación per-cápita.
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
AIC	Criterio de información Akaike
SIMCE	Sistema nacional de evaluación de resultados de aprendizaje.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRAC	2
INTRODUCCIÓN	3
1.0 Justificación del problema.	4
1.1 Alcances de la Investigación.	5
1.2 Objetivos de la Investigación.	5
El objetivo general es:	5
2. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1 Área de estudio.	6
2.2 Establecimientos particulares de la comuna de Concepción.	6
2.3 Residuos sólidos.	7
2.4 Factores en la generación de los residuos sólidos.	7
3. METODOLOGÍA	7
3.1 Población a estudiar.....	8
3.2 Muestra de establecimientos de educación.....	8
3.3 Diseño de la investigación.....	9
3.4 Recolección de la información	9
3.5 Variables dependientes del estudio.....	11
3.6 Confiabilidad del instrumento	12
3.7 Tratamiento de la información	12
4. RESULTADOS Y ANALISIS	15
4.1 Condiciones actuales de los establecimientos particulares.....	15
4.1.1 Generación de residuos sólidos institucionales.	15
4.1.2 Generación per-cápita en los establecimientos.	16
4.1.3 Variabilidades de los residuos sólidos institucionales.	19
4.1.3.1 Variabilidades semanales.	19
4.1.3.2 Variabilidades antes y después de las Fiestas Patrias	19
4.1.3.3 Variabilidades en diferentes semanas de algunos establecimientos.	20
4.1.4 Establecimientos con clasificación de residuos sólidos.....	20
4.2 Propiedades de las variables de estudio.....	21
4.3 Factores que más influyen en la generación de los residuos sólidos institucionales.....	21
4.3.1 Análisis de relación entre dos variables cuantitativas.....	21

4.3.2 Análisis de relación entre una variable cuantitativa y otra cualitativa.....	22
4.4 Modelo de predicción de los residuos sólidos institucionales de los establecimientos.	23
5. CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS	26
ANEXOS	28
Anexo A. Concepto de residuos sólidos.....	29
Anexo B. Clasificación de los residuos sólidos.....	30
Anexo C. Generación de residuos sólidos en la región del Bío Bío y en Chile.	31
Anexo D. Encuesta y registro de pesos.	32
Tabla de resumen de cálculo de confiabilidad del instrumento de medición.....	33
Anexo E. Tablas de antecedentes y metodología.	33
Anexo F. Análisis estadístico	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedios de los residuos por nivel educacional.	15
Figura 2. Diagrama de dispersión de los residuos sólidos vs matrícula.	16
Figura 3. Diagrama de dispersión de la generación per cápita vs el número de estudiantes....	17
Figura 4. Promedio de la generación per cápita por nivel educacional.	17
Figura 5. Comparación de la generación per cápita por nivel socioeconómico.	18
Figura 6. Variabilidades de establecimientos producto de las fiestas Patrias.	19
Figura 7. Establecimientos con clasificación de residuos sólidos.	20
Figura 8. Rango máximo y mínimo de residuos sólidos según nivel socioeconómico.	37
Figura 9. Análisis gráfico de las variables en estudio	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de instituciones educativas particulares –Concepción.	6
Tabla 2. Frecuencia de recolección por semana en los establecimientos.	10
Tabla 3. Variables dependientes del presente estudio.	11
Tabla 4. Correlaciones de Pearson y significancia asintótica bilateral.	22
Tabla 5. Significancias y coeficientes de los parámetros de las ecuaciones analizadas.	23
Tabla 6. Producción de RS urbanos diaria por habitante en la Región del Bío-Bío.	31
Tabla 7. Registro de pesos de los residuos sólidos	33
Tabla 8. Distribución de alumnado por instituciones educativas particulares –Concepción.	33
Tabla 9. Los residuos sólidos urbanos más comunes.	34
Tabla 10. Zona de muestreo.	35
Tabla 11. Distribución de dependencia de los establecimientos.	35
Tabla 12. Distribución de nivel socioeconómico de los estudiantes en los establecimientos.	36
Tabla 13. Distribución de estratos de los establecimientos.	36
Tabla 14. Distribución de los residuos sólidos en los establecimientos educacionales.	36
Tabla 15. Promedios semanales de los residuos sólidos por estratos.	37
Tabla 16. Promedios de la GPC por estratos.	37
Tabla 17. Variabilidades de las Fiestas patrias.	38
Tabla 18. Variabilidades de algunos establecimientos seleccionados.	38
Tabla 19. Residuos sólidos según “dependencia” del establecimiento.	38
Tabla 20. Residuos sólidos por nivel educacional.	39
Tabla 21. Residuos sólidos por nivel socioeconómico.	39
Tabla 22. Estadísticos de las variables cuantitativas.	39
Tabla 23. Distancia de cook para todos los datos y variables.	42
Tabla 24. Correlaciones simples	44
Tabla 25. Correlaciones parciales	45

EVALUAR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES PARTICULARES DE LA COMUNA DE CONCEPCIÓN

Autor: Jonatan Torres Silva

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio Bio

Correo Electrónico: jonsilva@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio Bio

Correo Electrónico: asuazo@ubiobio.cl

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la cantidad de residuos sólidos generados en establecimientos educacionales particulares de la ciudad de Concepción.

El método usado en el estudio consistió en la aplicación de una encuesta que permita la recolección de información sobre la retirada de los residuos sólidos institucionales de 46 establecimientos educacionales particulares. Asimismo, se cuantificó los residuos por colegio durante una semana y se analizó a través de una estadística descriptiva y correlacional.

Los resultados mostraron que la generación de residuos sólidos institucionales varía para la educación parvulario y multinivel en sendos rangos 19,3 y 869,2 kg a la semana. La generación per-cápita de los residuos sólidos institucionales tiene un rango 0,021 y 0,681 kg/pers-día para los niveles socioeconómicos media (D) y media-baja (E). Los residuos de los establecimientos están fuertemente influenciada por la cantidad de estudiantes en dichas instituciones (coeficiente de Pearson $r=0,947$) y raciones ($r=0,606$). Se realizaron pruebas estadísticas, para probar hipótesis y regresiones múltiples con las variables del estudio, para encontrar un modelo de predicción de los residuos sólidos institucionales de los establecimientos particulares.

Palabras claves: Residuos sólidos Institucionales, generación per cápita, regresión lineal, prueba de significación.

Palabras totales: 9989

EVALUATE FROM THE CREATION OF SOLID RESIDUES IN PRIVATE EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF CONCEPCIÓN

Author: Jonatan Torres Silva

Department of Civil and Ambiental Engineering, Bio Bio University

Mail: jonsilva@alumnos.ubiobio.cl

Teacher guide: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Department of Civil and ambiental Engineering, Bio Bio university

Mail: asuazo@ubiobio.cl

ABSTRAC

This investigation has as objective to analyze the quantity of solid residues created in private educational institutions of Concepción.

The method used in the study consisted in the application of a survey to gather the information of the retirement of institutional solid residues (ISR) of 46 private educational institutions. Also, the remains are weight during one week by the school and are analyzed through a descriptive and correlational statistics.

The results shows that the generation of institutional solid residues vary from 19,3 to 869,2 kg per week for pre-school education and multilevel. The per-capita generation PCG it has a range 0,021 and 0,681 kg/peopl-day for the average (D) and low average (E) socioeconomic levels. The ISR of the institutions are strongly influenced by the quantity of students in the institutions ($R=0,94$) and portions ($R=0,606$). Statistics tests not parametric were made, to probe hypothesis and multiple setbacks with study variables, to find out a predictive model of the residues of private schools of Concepción.

Key words: Institutional solid residues, generation per capita, linear regression, test of significance.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad las personas en sus actividades cotidianas han generado desechos a lo largo de toda su vida. Por esta razón, se ha aumentado la cantidad de residuos considerablemente, convirtiéndose en la fuente de agentes dañinos más importante que afecta al medio ambiente.

Los principales elementos que han dado lugar a esta situación son el rápido crecimiento demográfico, la concentración de la población en centros urbanos, la utilización de bienes materiales de rápido envejecimiento, y el uso, cada vez más frecuente, de envases no retornables, fabricados con materiales poco o nada biodegradables.

Actualmente el problema de los residuos sólidos es la falta de información puntual, actualizada y confiable. La generación estimada de residuos sólidos domiciliarios presenta, desde el año 2000, un crecimiento anual cercano al 2,5% (CONAMA, 2010), lo que exige implementar planes de minimización de residuos sólidos domiciliarios (RSD). Un requisito imprescindible para formular políticas públicas efectivas y eficientes, es contar con información consistente y reciente; como la cuantificación de los residuos que dé cuenta de los factores que inciden en la generación de ésta.

En el presente estudio se realiza una cuantificación de los residuos sólidos en establecimientos educacionales y se identifica los factores que inciden en la cantidad de RS generados por estudiantes. Para ello, se midió el grado de correlación entre los residuos sólidos institucionales (RSI) y los factores que inciden en la generación de los residuos sólidos institucionales tales como: el nivel socioeconómico, número de matrícula y otras características de los establecimientos.

1.0 Justificación del problema.

El daño ambiental es un proceso que está generando problemas serios en ámbitos sociales, culturales y económicos. El crecimiento del mercado provoca mayores volúmenes de residuos. Además, se suma la poca preocupación de la población global, la que contribuye negativamente, comprando y desechando de manera indiscriminada, sin tener hábitos de reciclaje. Por lo anterior, se pensaría que es necesario determinar la cantidad de residuos que se generan, para aplicar tarifas sancionadoras conforme con el principio “el que contamina paga”, y así incentivar la minimización del problema.

Por otra parte, no es suficiente diseñar medidas al final del proceso de manejo de los residuos, como la disposición final, sino que es indispensable plantear e implementar políticas públicas que estén encaminadas a disminuir la producción de RS desde su origen (Orccosupa, 2002). Además, se requiere mejorar la información de los residuos en validez, actualidad y confiabilidad para coadyuvar al éxito de la política de la gestión integral de los residuos sólidos (Conama, 2005).

La comuna de Concepción cuenta con una cuantificación global estimada de los residuos sólidos generados, que se encuentra en el primer reporte del manejo de los residuos sólidos en Chile (Conama, 2010), pero no existe un estudio que indique cuales son las variables que influyen en el incremento de los residuos en los establecimientos educacionales particulares de la comuna. Es por esto, que es necesario realizar este estudio. La selección de establecimientos educacionales particulares, es debido a que asiste una parte considerable de la población de ésta comuna, a dichos estamentos. El estudio pretende generar una base de información orientadora que cree conciencia en la minimización de los RS generados. La selección de establecimientos educacionales aboga a simplificar la implementación de posibles cambios de conductas en el trato de los RS, pues los jóvenes pasan gran parte del día, y son ellos, los que pueden replicar dicha información en sus hogares, produciéndose cambios de conductas a futuro.

1.1 Alcances de la Investigación.

- Sólo se cuantificaron los residuos sólidos institucionales de septiembre a noviembre, por lo cual los datos son sólo representativas para ese periodo.
- Las generaciones per-cápita de los residuos sólidos serán representativas sólo para personas en edad escolar en establecimientos educacionales particulares de la comuna.

1.2 Objetivos de la Investigación.

El objetivo general es:

Evaluar la cantidad de residuos sólidos en establecimientos educacionales particulares, de educación parvularia, básica y media, a través de un análisis descriptivo y correlacional de una muestra del 85% de los establecimientos educacionales tradicionales particulares de la comuna de Concepción.

Los objetivos específicos son:

- Describir la cantidad de residuos sólidos según factores de cuantificación, generación per-cápita, variabilidad y clasificación de residuos en los diferentes establecimientos educacionales.
- Establecer hipótesis alternativas sobre la incidencia del nivel socioeconómico, nivel educacional y la dependencia en la generación de residuos sólidos.
- Evaluar las variables que influyen en la generación de residuos sólidos en los establecimientos, a través de análisis gráficos y numéricos que demuestren la existencia de dependencia entre las variables estudiadas.
- Determinar el modelo de regresión lineal múltiple que mejor prediga los residuos generados semanalmente en los establecimientos educacionales particulares de la comuna.

2. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Área de estudio.

El área de interés del presente estudio es la comuna de Concepción; específicamente, al área metropolitana del Gran Concepción, posee una superficie total de 221,6 km² y tiene una densidad de 969,88 hab/km² (INE, 2012). El núcleo urbano de Concepción posee una población de 216.061 habitantes y 58.508 de ellos son estudiantes; estos corresponden al 27% de la población total (INE, 2008).

2.2 Establecimientos particulares de la comuna de Concepción.

En la comuna de Concepción existen actualmente 95 establecimientos educacionales particulares, de los cuales 13 son establecimientos particulares pagados y 82 corresponden a establecimientos particulares subvencionados.

Los establecimientos particulares entregan educación en tres diferentes categorías: para adultos, para personas con necesidades educativas especiales y educación en edad escolar tradicional (1 a 19 años de edad). En la última categoría existen diferentes niveles: educación parvularia o jardines (niños de 1 a 3 años); pre-básica (alumnos de 4 a 6 años); enseñanza básica (alumnos de 6 a 14 años); enseñanza media (alumnos entre 14 y 19 años).

Los colegios fueron clasificados de acuerdo a su tipo de nivel de enseñanza, que serán conocidos como estratos en esta investigación; y la dependencia, que corresponderá a la subvención recibida por el establecimiento. La distribución de las instituciones se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de instituciones educativas particulares –Concepción.

Nivel	Educación tradicional						Educación adulto			Especial
	Jardín	Jardín/ Básica	Básica	Básica/ Media	Media	Jardín/ Básica/Media	Básica/Media Adultos	Media Adultos	Media Jov. y adult.	Educ. Especial
Cantidad de I.E. Subvencionado	7	13	3	6	2	14	1	5	1	30
P. Pagados	1	1	0	1	0	6	0	3	1	0
Total	8	14	3	7	2	20	1	8	2	30

Fuente: Elaboración propia, basado en información del Seremi Educ. Bio Bio (2014).

2.3 Residuos sólidos.

La primera legislación sobre residuos sólidos de la Unión Europea data de 1975 y establece como residuo cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor, o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor (Conama, 2005). En el Anexo A se encuentra la definición de residuos sólido por diferentes autores.

La clasificación de los residuos sólidos es por estado, fuentes y efectos. Esta clasificación se encuentra en el anexo B.

Los residuos sólidos urbanos están constituidos por los generados en los hogares, también se incluyen los de tipo comercial, institucional, de construcción, plantas de tratamiento, entre otros. Las cantidades de RS se han ido incrementando considerablemente en la región, así como sigue la tendencia del país. Esto se puede apreciar en el anexo C.

Los residuos presentan diferentes categorías en función de su fuente. Tchobanoglous (1994), indica que una de ellas son los residuos sólidos institucionales que son los que se adoptan en esta investigación; que provienen de cárceles, hospitales, escuelas, centros gubernamentales y otros. En la tabla 10 del Anexo E, se presentan los más comunes, en donde se indica su fuente y naturaleza.

2.4 Factores en la generación de los residuos sólidos.

Los factores que influyen en la generación de los residuos son los siguientes:

- El nivel socioeconómico tiene un impacto directo en la cantidad y tipo de RS que se genera, a mayor nivel socioeconómico mayor es la generación de los residuos sólidos (Orccosupa, 2002).
- El nivel educacional, es uno de los factores que influyen en la generación de los RS, debido a que las personas tienen diferentes hábitos de consumo (Lopez, 2014).

3. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de la investigación se ha elaborado una metodología o plan de apoyo enfocado en la acción. En primer lugar, se busca obtener la información necesaria a través de encuestas para poder llegar a evaluar la generación de los residuos sólidos de los establecimientos y; en segundo lugar, se analiza la relación entre el número de matrícula, cantidad de docentes, funcionarios, nivel socioeconómico y números de raciones Junaeb, con la

generación de los residuos sólidos institucionales semanales. Básicamente el estudio comprende tres etapas:

- i) Recolección de información general: revisión de estudios realizados en diferentes ciudades del mundo, publicaciones oficiales, informes estadísticos, publicaciones electrónicas y visita al Seremi de educación de la región del Biobío en busca de información que permita cuantificar las variables y la materia de estudio.
- ii) Recopilación de datos en terreno: Elaboración de encuesta a utilizar y su aplicación en los establecimientos seleccionado, con la finalidad de cuantificar los RS generados por los establecimientos institucionales.
- iii) Procesamiento e interpretación de los datos recopilados: Identificar las posibles variables que influyen en la generación de los RS en los establecimientos educacionales, evaluando de esta manera el nivel de correlación entre las variables y así lograr determinar un modelo predictivo.

3.1 Población a estudiar

La población está constituida por un total de 54 establecimientos de educación tradicional; compuestos por jardines y escuelas particulares de educación parvularia, enseñanza básica y media. De ellos, 45 son particulares subvencionados y 9 son particulares pagados, con niños de 1 a 19 años de edad.

3.2 Muestra de establecimientos de educación

Para la obtención de la información se realizó un muestreo no probabilístico, donde “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra” (Hernández et al., 2010). Este tipo de muestreo es por conveniencia, ya que “se eligen los elementos más convenientes para la muestra y se basa en la experiencia del investigador (Becker, 2007).

En esta investigación se consideró una muestra de 46 establecimientos de educación particular (EEP); con un total de 7 establecimientos particulares pagados y 39 particulares subvencionados. La cantidad total de la muestra posee 21407 estudiantes, ésta representa el 85,5% de la población.

A los 8 establecimientos de educación tradicional que no se le realizaron mediciones en el presente estudio, fue producto de las siguientes causas:

- 5 no pueden ser medidos los residuos sólidos, ya que tienen contenedores de grandes dimensiones para el almacenamiento de sus residuos y estos son retirados del interior de los establecimientos por empresas externas
- 2 colegios tienen disposición de sus residuos al interior y estos son retirados de ese sector por personal de la municipalidad.
- 1 colegio se ubica en una zona rural, por lo que la obtención de la muestra complejiza el estudio.

3.3 Diseño de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que “permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística” (Mendoza, 2006). Este tipo de diseño es no experimental, ya que en el “se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos” (Hernández et al., 2010), y de temporalidad sincrónica – transversal, que se define como “la recolección de datos en un sólo momento, en un tiempo único” (Hernández et al., 2010). A su vez, este diseño transversal está compuesto por dos categorías denominadas; la primera, llamada descriptivo “estos tienen como objeto indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables” (Hernández et al., 2010) y, la segunda, llamada correlacional-causal, las cuales “tienen como objetivo describir entre dos o más variables en un momento determinado” (Hernández et al., 2010).

3.4 Recolección de la información

Se elaboró una encuesta dirigida a los auxiliares de los establecimientos educacionales particulares, para la recolección de la información de los días y horas en que retiran sus residuos sólidos institucionales. Mediante la dirección de aseo y ornato de la comuna de Concepción, se obtuvieron las frecuencias del transporte de recolección de residuos en los establecimientos estudiados, para contractar la información obtenida en la encuesta. La encuesta “son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado” (Nareshk, 2006). Ésta se encuentra destinada a levantar información sobre los horarios en que los encargados del aseo depositan los residuos fuera de los colegios; en su primer momento, dicho instrumento se les aplicó a los auxiliares, con el fin de impedir que los encargados o sostenedores influyan en las

cantidades de residuos que desalojan de sus instalaciones. La encuesta se diseñó de acuerdo a los lineamientos de Hernández et al. (2010). El cuestionario está compuesto por preguntas cerradas y abiertas. Estas fueron breves y con vocabulario simple. El formato de la encuesta está en el Anexo F.

Con la información recolectada se planifican las semanas de mediciones de los residuos sólidos institucionales en los diferentes sectores de la ciudad, con el fin de poder llevar un orden adecuado, y así, no perder ninguna medición en los establecimientos educacionales. Se obtuvieron 10 semanas de mediciones de los RSI que abarcaron la totalidad de los establecimientos. La tabla 2 muestra la frecuencia de recolección de residuos sólidos es 2, 3 y 5 veces a la semana, en los diferentes sectores.

Tabla 2. Frecuencia de recolección por semana en los establecimientos.

Frecuencia de recolección por semana	Días de recolección	Nº de establecimientos
2 veces	Martes y jueves (M y J)	6
3 veces	Martes, jueves y viernes (L, M y V)	11
	Lunes, miércoles y viernes (L, M y V)	22
5 veces	De lunes a viernes (L a V)	7

Fuente: Elaboración propia.

Los establecimientos que se encontraban en la semana antes de las fiestas patrias, se repitieron las mediciones en la semana siguiente de este evento, para ver las variabilidades que se generan. Por otra parte, se eligieron 6 establecimientos que se ubican en diferentes sectores de la comuna de Concepción, a los cuales se les volvió a repetir las mediciones, con el propósito de ver sus dispersiones en diferentes semanas.

Se cuantificaron los residuos sólidos institucionales de los establecimientos de septiembre a noviembre; el tiempo de medición de los residuos por establecimiento es de una semana. Durante una semana se medían los residuos de seis a siete EEP, en un horario de 07:00 a 01:00 horas. Los RSI corresponden a la variable dependiente del estudio.

El instrumento de medición utilizado es una balanza de un peso máximo de 300 kilogramos, con una precisión de ± 100 gr.

Los residuos al ser pesados se encuentran en bolsas o recipientes plásticos de 120 Lt, 240 Lt y 320 Lt, los cuales pesan 8 Kg, 15 Kg y 20 Kg respectivamente. Cuando los depósitos no eran los mencionados, dichos contenedores fueron pesados individualmente para determinar el peso neto de los residuos. Posteriormente, los resultados fueron anotados en la tabla de registro que se encuentra en el anexo D.

Con la información recolectada de la cuantificación se puede determinar la generación per cápita de los RSI de las personas, se debe obtener el cociente entre el peso obtenido semanalmente por cada establecimiento y la cantidad de estudiantes en el establecimiento multiplicado por los días de generación de estos RS en la semana (este último valor varía entre 5 a 6 días). Ver ecuación 1.

$$GPC (Kg / (Est.-día)) = \frac{\text{cantidad de RS semanales en EEP}}{N^{\circ} \text{ de est} \times \text{días de generación de RS}} \quad (\text{Ec. 1})$$

3.5 Variables dependientes del estudio

La tabla 3 muestra las variables dependientes del presente estudio, que corresponden cuatro a variables cuantitativas y tres cualitativas.

Tabla 3. Variables dependientes del presente estudio.

Nombre de variable	Niveles	Caracterización	Tipo de variable	Símbolo	Fuente de información
Nº de estudiantes	-	-	Cuantitativa-discreta	X1	Seremi educación Biobio
Nº de funcionarios	-	-	Cuantitativa-discreta	X2	Seremi educación Biobio
Raciones Junaeb	-	-	Cuantitativa-discreta	X3	Junaeb
Mensualidad	-	-	Cuantitativa-continua	X4	Simce
Nivel socioeconómico	Alta Media alta Media Media baja	1 1 0 0	Artificial dummy	X5	Simce
Dependencia	Subvencionados Pagados	0 1	Artificial dummy	X6	Seremi educación Biobio
Niveles educacionales	Ed. Parvularia Ens. Media Ens. Básica Parvularia-básica Básica-media Multinivel	0 0 0 0 1 1	Artificial dummy	X7	Seremi educación Biobio

Fuente: Elaboración propia.

La variable cuantitativa funcionarios, corresponde a profesores y personal de administración en los establecimientos. La información del número de estudiantes, cantidad de funcionarios, dependencia y nivel educacional se obtuvo en el Seremi de educación Biobío.

Las raciones que aporta la Junaeb a los establecimientos están compuestas por un desayuno y un almuerzo. Los datos fueron entregados por Jefe del departamento de alimentación Junaeb Bío Bío. Los establecimientos educacionales particulares están compuestos por estudiantes de cuatro niveles socioeconómicos (Alta, media alta, media y media baja), esta información fue aportada por el sistema nacional de evaluación de resultados de aprendizaje (SIMCE).

Las variables regresoras cualitativas son agregadas a la regresión por medio de variables artificiales Dummy y se categorizan de la siguiente manera: las variables ficticias toman valor 1 en una categoría y valor 0 en el resto, como se muestra en la tabla 3.

3.6 Confiabilidad del instrumento

En primer lugar, la confiabilidad es la falta de distorsión o precisión, en otras palabras se define como la ausencia relativa de errores de medición en un instrumento (Kerlinger, 2002).

Para ver si la balanza es confiable, se debe seleccionar 5 objetos de diferentes masas y cada objeto se pesa 4 veces, para luego determinar el coeficiente de confiabilidad (rtt) que está en función de las varianzas. Esto se llevará a cabo, por medio del método planteado por Kerlinger (2002).

En segundo lugar, la validez de un instrumento de recolección de datos se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir (Hernández, 2010). La balanza tiene validez por el simple hecho que mide la masa de los residuos sólidos, dato único que se busca para su función.

3.7 Tratamiento de la información

Los datos recopilados fueron digitados y ordenados, para posteriormente realizarse un análisis estadístico, el que fue dividido en tres secciones:

Primer paso, análisis descriptivo de los residuos sólidos institucionales, generación per cápita de los residuos, variabilidad de los residuos dentro de la semana y establecimientos con clasificación de residuos basados en tablas de frecuencias y gráficos. La estadística descriptiva se realiza

utilizando Excel y el paquete computacional estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Segundo paso, análisis de independencia de las variables (en especial con la variable en estudio (Residuos sólidos institucionales semanales)). Para las variables cuantitativas se analizó las correlaciones por medio del coeficiente de correlación de Pearson y significancia bilateral; en cambio, para las cualitativas se utiliza test no paramétricos “U Mann Whitney y Kruskal Walls”, estos se priorizan por la baja cantidad de la muestra $N < 30$ y por que la variable en estudio tiene una distribución asimétrica. Se trabaja con un nivel de confianza del 95%.

Las hipótesis planteadas son:

Hipótesis 1:

H_0 : No existen diferencias significativas de los residuos sólidos en los colegios subvencionados y pagados.

H_1 : Existen diferencias significativas de los residuos sólidos en los colegios subvencionados y pagados.

Hipótesis 2:

H_0 : No existen importantes diferencias de los residuos sólidos en los niveles socioeconómicos agrupados en Alta-media alta y Media-media baja.

H_1 : Existen importantes diferencias de los residuos sólidos en los niveles socioeconómicos agrupados en Alta-media alta y Media-media baja.

Hipótesis 3:

H_0 : No existen diferencias relevantes de los residuos sólidos en los niveles educacionales agrupados en (Parvularia, básica, media y parvularia-básica) y (Básica-media y multinivel).

H_1 : Existen diferencias relevantes de los residuos sólidos en los niveles educacionales agrupados en (Parvularia, básica, media y parvularia-básica) y (Básica-media y multinivel).

Tercer paso, análisis de covarianza (ANCOVA) que contempla regresoras cuantitativas y cualitativas. La selección de los modelos de regresión lineal múltiple se realiza por medio del

método de regresión paso a paso (STEWASE) y análisis de independencia, realizado preliminarmente. Una vez seleccionados los modelos, se procede a determinar sus parámetros, bondades de ajuste y se verifican los respectivos supuestos que se encuentran en Gujarati et al. (2010), del cual se selecciona el más apropiado de acuerdo al criterio de información de Akaike (AIC), trabajado en base a comparación de parámetros y complejidad de los modelos. Esto se realiza con el programa SPSS y se verificó con “R Project for Statistical Computin”.

Los modelos analizados son los siguientes:

Ecuación 1: $RS = bo + b1 * matricula$ (Mejor modelo por método Stepwise.)

Ecuación 2: $RS = bo + b1 * Matrícula + b2 * Raciones$

Ecuación 3: $RS = bo + b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Funcionarios$

Ecuación 4: $RS = bo + b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Estrato + b4 * NSC$

Ecuación 5: $RS = bo + b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Funcionarios + b4 * Estrato + b5 * NSC$

Ecuación 6: $RS = bo + b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Funcionarios + b4 * NSC$

Ecuación 7: $RS = b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Funcionarios$

Ecuación 8: $RS = b1 * Matrícula + b2 * Raciones + b3 * Funcionarios + b4 * Estrato + b5 * NSC$

4. RESULTADOS Y ANALISIS

Tras la realización de los procedimientos metodológicos, se está en condiciones de obtener resultados de interés para el presente estudio.

4.1 Condiciones actuales de los establecimientos particulares

Del 100% de la muestra, un 15% de los establecimientos pertenecen a particulares pagados y el 85% restante a establecimientos subvencionados. Un 34,78% de los establecimientos estudiados albergan en sus filas a estudiantes con un nivel socioeconómico medio-alto y un 10,87% de los establecimientos tienen estudiantes en la clasificación de ABC1. El 32,6% de los establecimientos otorga educación en multinivel (educación parvularia, enseñanza básica y media), junto con ello, se destaca que son los que poseen mayor frecuencia en la muestra.

En la comuna de Concepción existe un 15.2% de colegios que retiran sus residuos de lunes a viernes, y estos, se encuentran en la zona centro. Por otra parte, el 47.8% retiran los días lunes, miércoles y viernes, que son los días de recolección con mayor frecuencia.

4.1.1 Generación de residuos sólidos institucionales.

La figura 1A muestra los promedios de los RSI en los diferentes niveles educacionales. El estrato de enseñanza básica y media posee el mayor promedio ponderado de 452.34 kg semanales, seguido del multinivel que es el que posee la mayor cantidad de establecimientos con un 32.61% y generando un promedio ponderado de 401.615 kg semanales, esto se debe simplemente a la gran cantidad de alumnos que poseen estas dos categorías.

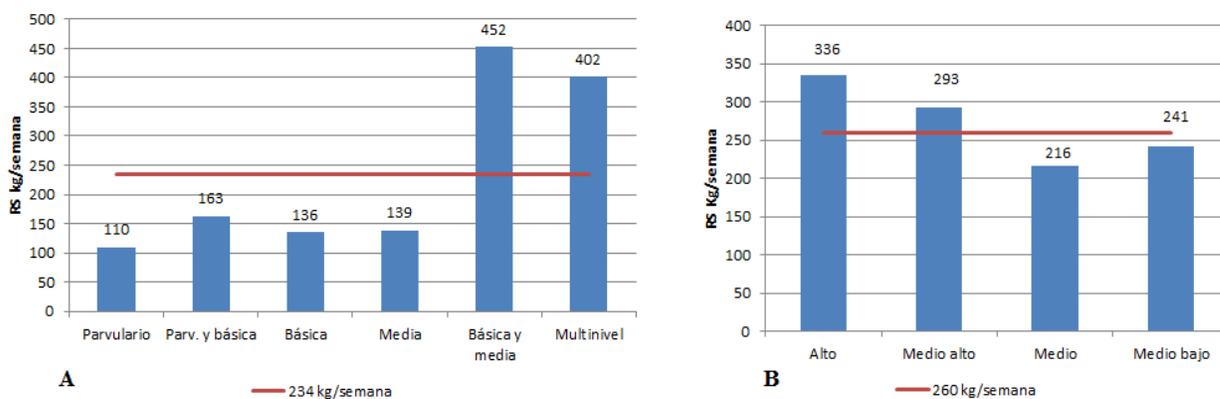


Figura 1. Promedios de los residuos por nivel educacional y nivel socioeconómico

En la figura 1B se muestra que el promedio de los residuos en función del nivel socioeconómico es de 260 kg/semana. El rango de sus residuos sólidos es de 869,2 kg/ semana. Esto depende de dos factores; los que retiran menos residuos (jardines infantiles) y los establecimientos que eliminan mayores cantidades de residuos (multinivel).

El 75% de los colegios retira residuos comprendidos entre 19 y 364.83 kg de basura semanal. Como dato anexo, un 87% de la muestra generan menos de 519 kg de basura a la semana. En términos globales, se dice que el 25% de los colegios retira, a lo más, 94,66 kg de residuos a la semana y el resto, a lo menos, 94,66 kg, lo que correspondería al 75% del total.

La figura 2 muestra los residuos en función del número de estudiantes, estos presentan una relación lineal directa, que a mayor número de estudiantes; mayor serán los residuos generados. Existen dos valores atípicos que durante las semanas de medición alteraron la cantidad de residuos recolectados por los establecimientos, lo que conllevó a valores superiores por eventos institucionales: aniversario y plan de mantención de aseo y ornato dentro del establecimiento. También, se registraron anomalías con valores inferiores en dos establecimientos ubicados en la zona centro de la comuna, los cuales no poseían casita de alimentos.

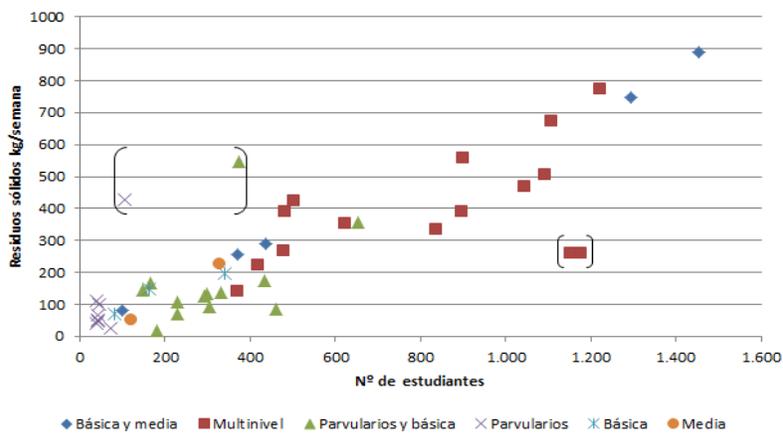


Figura 2. Diagrama de dispersión de los residuos sólidos vs matrícula.

4.1.2 Generación per-cápita en los establecimientos.

La figura 3 muestra que los establecimientos que poseen de 100 a 1500 estudiantes, las generaciones per capita de los residuos son muy uniformes, a diferencia de los establecimientos de educación parvularia que tienen GPC muy dispersas.

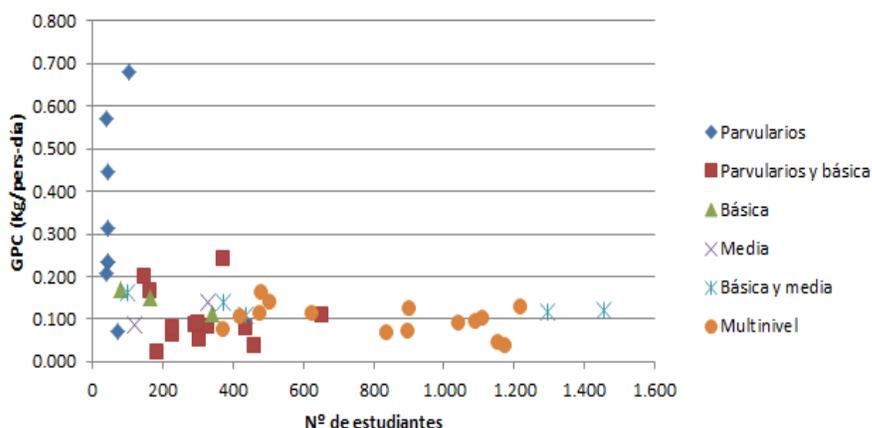


Figura 3. Diagrama de dispersión de la generación per cápita vs el número de estudiantes.

En la figura 4 se muestran las generaciones per cápita de los residuos en función de los diferentes niveles educacionales. La generación per cápita promedio más alta se encuentra en los establecimientos de educación parvularia de 0.345 kg/pers-día. Por otra parte, se encuentra los colegios multinivel que poseen los menores índices de GPC con un promedio ponderado de 0.097, a pesar de ser los segundos en generar mayor cantidad de residuos a la semana. El promedio global de la generación per cápita por nivel educacional es de 0.153 kg/pers.-día, ahora si no se consideran los colegios atípicos, antes mencionados, el promedio global es de 0.145 kg/pers.-día.

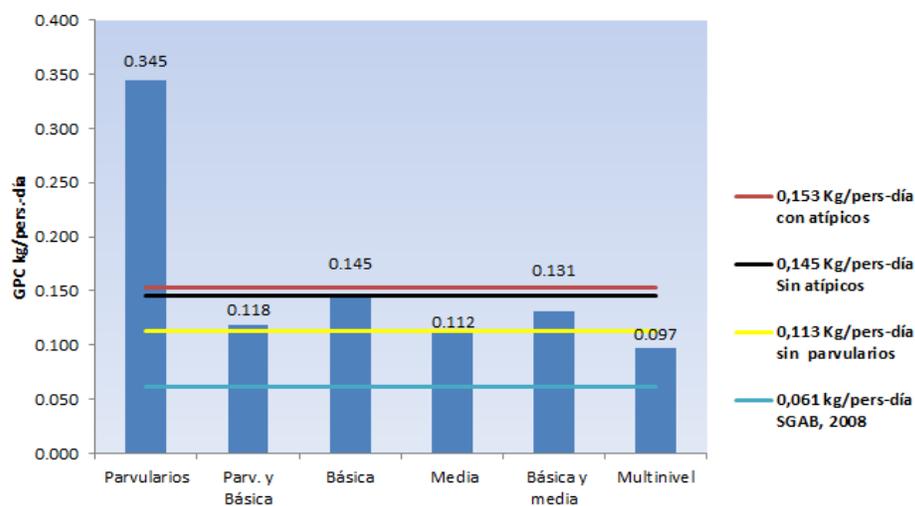


Figura 4. Promedio de la generación per cápita por nivel educacional.

Una investigación realizada por el servicio de gestión ambiental bolivariana (SGAB) indica que la generación per cápita promedio de los diferentes niveles educacionales es de 0.061 kg/pers.-día que corresponde al 40% de 0.153kg/pers.-día determinada en esta investigación.

Los promedios de las generaciones per-cápita en los diferentes niveles socioeconómicos de los estudiantes fueron muy uniformes. Entre el ABC1 y medio-alto hay una diferencia de 7 gramos a favor del nivel socioeconómico ABC1. Se puede observar que contemplando sólo los niveles socioeconómicos (ABC1, C2 Y C3) existe una relación directa, que a mayor NSC mayor es la generación per-cápita por estudiante. Pero por otra parte, al comparar el nivel socioeconómico medio-bajo con los niveles antes mencionados, se obtiene una mayor generación per cápita en los estudiantes, con una GPC promedio de 0,264 kg/pers-día (Figura 5). Esto es debido al gran aporte en beneficios de alimentación que reciben estos últimos, ya que ellos están cubiertos en un 100% con alimentación Junaeb durante todo el mes, más detalle en anexo H.

El promedio de la generación per cápita de todos los estudiantes de los diferentes NSC considerando los establecimientos atípicos es 0,148 kg/pers-día y sin los colegios atípicos es 0,138 kg/pers-día. Un estudio realizado en Santiago indica que la generación per cápita promedio por nivel socioeconómico es 0,750 kg/pers-día (Orcossupa, 2002).

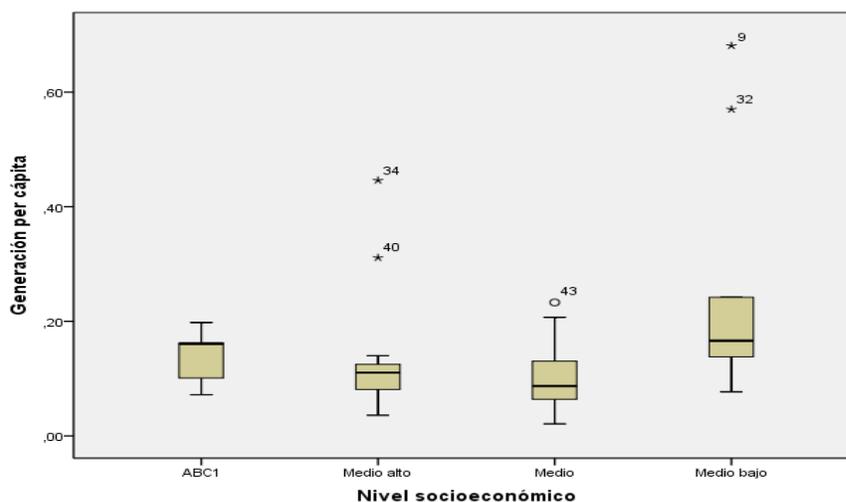


Figura 5. Comparación de la generación per cápita por nivel socioeconómico.

El nivel socioeconómico media-baja posee una generación per cápita mínima de 0,077 kg/pers-día y un máximo atípico de 0,681 kg/pers-día. El nivel socioeconómico media-alta es el que

posee las generaciones per cápita más uniformes. Los valores atípicos que se observan en el diagrama de caja son las GPC de los colegios de educación parvularia (Figura 5).

4.1.3 Variabilidades de los residuos sólidos institucionales.

4.1.3.1 Variabilidades semanales.

Los 46 establecimientos fueron divididos en 4 categorías (Tabla 2), determinados por los días en que la municipalidad tiene la recolección de RSI en el sector que están estas instituciones (lunes a viernes, lunes-miércoles-viernes, martes-jueves-sábado y martes-jueves). A nivel global, los establecimientos poseen variabilidades homogéneas dentro de la semana, ya que sus coeficientes de variabilidad son menores a un 35%.

La categoría que eliminan sus RS de Lunes a Viernes contiene 7 colegios, ella se obtuvo que sus dispersiones a nivel global son homogéneas con un coeficiente de variabilidad (CV) del 16,19%. Por otra parte, se encuentran los colegios que eliminan 3 veces a la semana sus RSI (lunes-miércoles-viernes o martes-jueves-sábado) estas dos categorías presentan variabilidades globales muy similares con un 25,56% y 23,55% respectivamente, siendo la mayor parte de sus datos homogéneos. Además, encontramos 6 colegios que sacan sus RS los martes-jueves, estos presentaron una dispersión muy homogénea con un índice global de 23.53%.

4.1.3.2 Variabilidades antes y después de las Fiestas Patrias

La figura 6 muestra la variabilidad de los RSI de seis establecimientos en la zona centro.

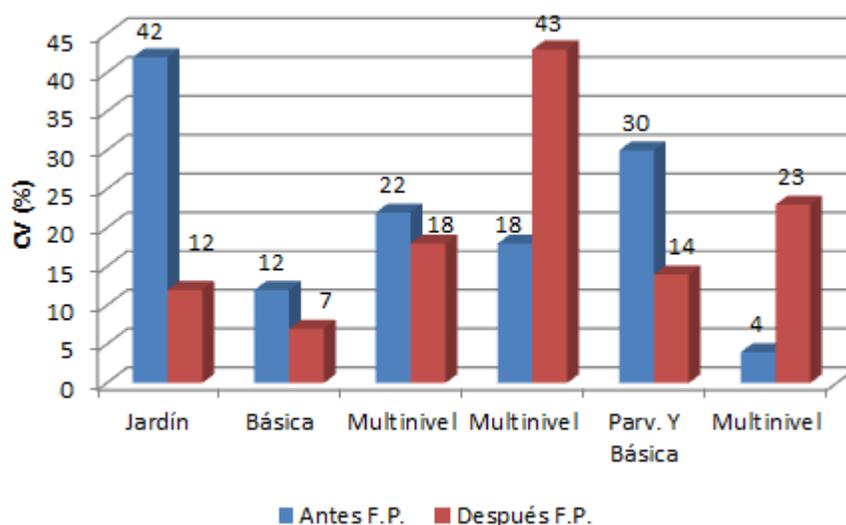


Figura 6. Variabilidades de establecimientos producto de las fiestas Patrias.

El jardín y el establecimiento de educación parvularia y básica presentaron variabilidades de un 42% y un 30%, consideradas altas respecto a la semana siguiente de este mismo evento. Esto indica que dentro de la semana existe un día que retiraron una mayor cantidad de residuos que la media. Por otra parte, dos establecimientos multinivel poseen un coeficiente de variabilidad del 43% y el 30% respectivamente, siendo mayores a la semana del evento de fiestas patrias, producto que la celebración de dicho evento generó mayor cantidad de RS y su eliminación se llevó a cabo la semana siguiente del evento.

4.1.3.3 Variabilidades en diferentes semanas de algunos establecimientos.

En este caso se seleccionaron 6 establecimientos de diferentes sectores de la comuna de Concepción, en los cuales se observó que 2 de ellos se comportaron normalmente heterogéneos y 4 homogéneos, presentando índices de dispersión diferentes en semanas distintas, indicando que existió alguna irregularidad dentro de la semana. A pesar de estas diferencias, sus medias son muy similares y no se produjo una diferencia significativa en los RS semanales.

4.1.4 Establecimientos con clasificación de residuos sólidos.

En la figura 7 se muestra que un 9% de los establecimientos subvencionados y un 4% de los establecimientos pagados, fomentan la clasificación de los residuos sólidos al interior de los colegios respecto a la muestra total del estudio, es decir, sólo un 13% de los colegios poseen conciencia sobre los residuos sólidos. Del total de los subvencionados sólo un 10% realiza clasificación, en cambio, del total de los colegios pagados un 29% posee clasificación (Figura 7).

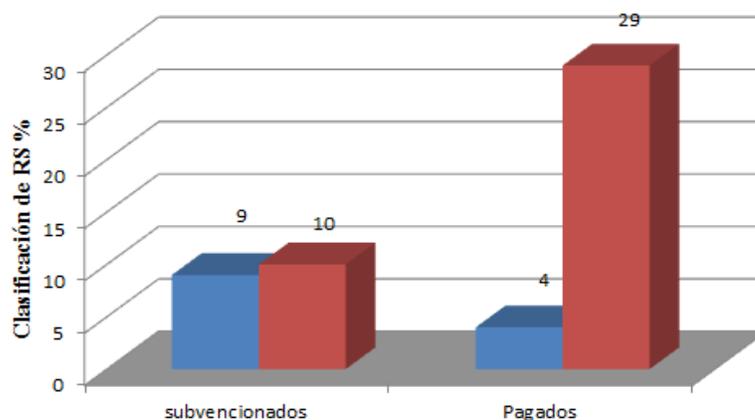


Figura 7. Establecimientos con clasificación de residuos sólidos.

A pesar del aporte de los colegios con la clasificación de los residuos, no existe ningún depósito implementado por la municipalidad que se encuentre cerca de los colegios, lo que permita realizar una recolección selectiva, provocando que los establecimientos reúnan todos los residuos en un mismo recipiente.

4.2 Propiedades de las variables de estudio.

Respecto a los “residuos semanal”, la cual es la variable en estudio, se detecta una distribución asimétrica cargada a la izquierda, pues su $moda < mediana < media$, es decir el 50% de los colegios no bota más de 185 kg de basura a la semana y un 63% de los colegios bota menos de residuos que el promedio, por ende, existe bastante variabilidad, lo que justifica el análisis de tipo estocástico. Las variables mensualidad mínima, raciones, matrículas y funcionarios presentan distribuciones asimétricas debido a que sus modas son menores que sus medianas y estas menores que las medias.

4.3 Factores que más influyen en la generación de los residuos sólidos institucionales.

4.3.1 Análisis de relación entre dos variables cuantitativas.

En la tabla 4 se muestra que los residuos sólidos semanal poseen una alta intensidad de relación lineal con las variables funcionarios y matrículas ($r=0,87$ y $r=0,94$) y una significancia igual a cero que indica que existe dependencia entre las dos variables. En cambio, con raciones posee una relación lineal media, ya que su coeficiente de Pearson es 0.606 y su $p\text{-valor}=0 < 0.05$ lo que indica que existe dependencia entre ellas, ya que se acepta la hipótesis de dependencia entre las variables. Estas relaciones son directas, es decir, a mayor número de estudiantes, mayor son los residuos sólidos.

La variable mensualidad se descarta como variable en el análisis de regresión, ya que posee una baja relación lineal ($r=0,134$) y su significancia indica que no existe dependencia entre las variables. Por otra parte, al analizar relación lineal entre las variables regresoras, existe una alta intensidad ($r= 0,88$) de relación lineal directa entre funcionarios y matriculados, lo que puede provocar un problema de multicolinealidad (Tabla 4).

Tabla 4. Correlaciones de Pearson y significancia asintótica bilateral.

N=46		Residuos semanal kg	Mensualidad	Raciones	Matrícula	Funcionarios
Residuos semanal kg	r Sig. bilateral	1	0,206	0,606	0,94	0,87
Mensualidad	r Sig. bilateral	0,362	1	-0,410	0,181	0,370
Raciones	r Sig. bilateral	0	0,007	1	0,600	0,340
Matricula	r Sig. bilateral	0	0,134	0	1	0,88
Funcionarios	r Sig. bilateral	0	0,007	0,024	0	1

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Análisis de relación entre una variable cuantitativa y otra cualitativa.

Se verifica la hipótesis 1 por medio del test de “U de Mann Whitney”. No se rechaza la H_0 de que no existen diferencias significativas entre los residuos sólidos y la dependencia de los colegios, ya que el $p\text{-valor}=0,725 > 0,05$. Esto indica que la probabilidad de equivocarse en aceptar la hipótesis del investigador es un 72.5% que supera el máximo de un 5% que corresponde al nivel de significancia, por lo tanto, se rechaza la tesis del investigador y acepto la H_0 . No se detecta asociación entre los residuos y la dependencia.

Se verifica la hipótesis 2 por medio del test de “U de Mann Whitney”. Se rechaza la H_0 de que no existen diferencias significativas entre los residuos sólidos y el nivel socioeconómico de los colegios, ya que el $p\text{-valor}=0,039 < 0,05$. Esto indica que la probabilidad de equivocarse en aceptar la hipótesis del investigador es un 3,9% que no supera el máximo de un 5%, por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador H_a y se rechaza la H_0 . Se detecta asociación entre los residuos y la dependencia.

Se verifica la hipótesis 3 por medio del test “Kruskal Walls”. Se rechaza la H_0 de que no existen diferencias significativas entre los residuos sólidos y el nivel educacional de los colegios, ya que el $p\text{-valor}=0,001 < 0,05$. Esto indica que la probabilidad de equivocarse en aceptar la hipótesis del investigador es un 0,1% que no supera el máximo de un 5%, por lo tanto, se acepta la

hipótesis del investigador H_a y se rechaza la H_o . Se detecta asociación entre los residuos y la dependencia.

4.4 Modelo de predicción de los residuos sólidos institucionales de los establecimientos.

En primer lugar, se realizó un análisis de distancias para detectar puntos atípicos. Además, como se demostró anteriormente la variable con mayor influencia matemática, y por razones esperadas, es matrícula, por lo que para una mejor representación de éstos datos atípicos se simbolizaron por medio de la figura 1. Datos que coinciden con los obtenidos por la distancia de Cook. Más detalle en Anexo F.

En la tabla 5 se muestra los diferentes parámetros y sus respectivas significancias de las ecuaciones analizadas. En los 8 modelos se verifica la existencia de una relación lineal significativa, ya que, el estadísticos F de cada modelo posee un $p\text{-valor}=2.2*10^{-16}<0.05$. Por lo tanto, podemos afirmar que el hiperplano definidos por cada ecuación ofrecen un buen ajuste a la nube de puntos. Además los modelos poseen coeficientes de determinación elevados, donde el modelo 8 consigue explicar un 96,1% de la varianza de la variable dependiente

Tabla 5. Significancias y coeficientes de los parámetros de las ecuaciones analizadas.

Ecuación	Matrícula		Raciones	Funcionarios	N. Educacional	NSC	Rse	F Anova	R ² Corregido
	b0	b1	b2	b3	b4	b5			
1 p-valor	9.28	0.54 $2*10^{-6}$					72.14	$2.2e-16<0.05$	0.8943
2 p-valor	9.89	0.52 $2*10^{-6}$	0.008 0.374				72.27	$2.2e-16<0.05$	0.894
3 p-valor	-6.77	0.33 $6.1*10^{-5}$	0.021 0.032	2.007 0.008			66.68	$2.2e-16<0.05$	0.909
4 p-valor	-8.53	0.456 $9.4*10^{-15}$	0.022 0.046		20.89 0.552	54.32 0.077	68.82	$2.2e-16<0.05$	0.904
5 p-valor	-20.99	0.308 0.00015	0.031 0.006	1.75 0.018	11.55 0.057	48.61 0.042	64.49	$2.2e-16<0.05$	0.916
6 p-valor	-22.47	0.31 0.0001	0.032 0.004	1.78 0.015		53.11 0.038	63.72	$2.2e-16<0.05$	0.918
7 p-valor		0.336 0.00015	0.021 0.001	1.905 0.007			65.96	$2.2e-16<0.05$	0.961
8 p-valor		0.312 0.0001	0.027 0.01	1.53 0.032	20.13 0.063	33.786 0.049	64.75	$2.2e-16<0.05$	0.962

La ecuación 1, 2 y 4 no cumplen el test “Brush Pagan” que verifica el supuesto de homocedasticidad de varianzas constantes de los residuos. En cambio, la ecuación 6 no cumple con el supuesto de independencia de los residuos verificado por el test “Durbin Watson”, ya que

los residuos tienden a formar una relación lineal. Por otra parte, la ecuación 3 y 5 cumplen todos los supuestos y posee una multicolinealidad leve.

Los interceptos de las ecuaciones del 1 al 6 no son significativos, pero se selecciona las ecuaciones 3 y 5, ya que cumplen todos los supuestos y se analizaron sin el intercepto. De esto último, se encuentra que sus coeficientes de determinación aumentan, pero las ecuaciones se vuelven más sensibles, produciendo factores de inflación de la varianza (FIV) más altos.

La ecuación 5 y 8 cumplen todos los supuestos. Para la selección de la ecuación que represente de mejor manera el fenómeno, se utiliza el criterio de información Akaike (AIC) que entrega una medida de la calidad relativa, la cual se basa en la bondad de ajuste y en la complejidad del modelo. La ecuación 8 posee un $AIC=355.52 < 356.59$ del modelo 5. Por lo tanto, la ecuación 8 se selecciona para que represente el fenómeno en estudio.

5. CONCLUSIONES

Actualmente la generación de los residuos es el mayor problema ambiental y una forma de combatir esta problemática, es formar conciencia en la sociedad.

Los valores promedios obtenidos en los establecimientos particulares y subvencionados de la comuna de Concepción son los siguientes: La generación per cápita promedio de los diferentes niveles socioeconómicos es de 0,148 kg/pers.-día. Los estudiantes de nivel socioeconómico medio-bajo son los que tienen una mayor generación per cápita de 0,264 kg/pers.-día, debido a que un 100% de los estudiantes poseen alimentación junaeb en los establecimientos y los de menor valor son de clase media con 0,103 kg/pers.-día. En cambio, el promedio de la generación por nivel educacional es de 0.153 kg/pers.-día. La generación per cápita está liderada por el nivel de educación parvularia con 0,341 kg/pers.-día y el multinivel es el de menor GPC 0,090 kg/pers.-día.

Los colegios subvencionados tienen mayor promedio de residuos sólidos en los diferentes niveles educacionales, en comparación con los pagados. El promedio global de los residuos sólidos es 234 kg/semana, con ello, podemos decir que los establecimientos de categoría multinivel y básica-media son los que poseen los promedios de residuos semanales más alto de 402 kg y 452

kg, debido a que tienen una mayor cantidad de estudiantes. Por otra parte, el multinivel posee una de las generaciones de RS semanales más altas, sin embargo, tiene las generaciones per cápita más baja. Los residuos sólidos en los establecimientos poseen un rango de 869,2 kg/semana. El 25% de los colegios generan a lo más 94,66 kg/semana, en cambio el 75% fluctúa entre 19 y 364,83 kg/semana.

Los establecimientos poseen variabilidades homogéneas dentro de la semana, ya que sus coeficientes de variabilidad son menores a un 35%, esto sólo se vio afectado en el evento detallado con anterioridad. Los días más frecuentes de recolección de los residuos en los establecimientos son los lunes, miércoles y viernes con una participación del 47,8%.

Un 12.96% de los establecimiento cuenta con clasificación de residuos, pero no existe ningún depósito implementado por la municipalidad, en las cercanías de dichos establecimientos cuya finalidad sea realizar una recolección selectiva, ante esta problemática, los establecimientos sólo pueden reunir sus desechos en un mismo recipiente.

Se ha determinado que no existen diferencias significativas de los residuos en función de la dependencia de los colegios, mientras que sí se pueden hallar diferencias según el nivel educacional y socioeconómico. Se ha calculado un modelo de regresión lineal múltiple para predecir los residuos sólidos institucionales, a través de las variables independientes; matrícula, funcionarios, raciones Junaeb, nivel educacional y socioeconómico, que son las que tienen mayor influencia en la generación de residuos sólidos en los establecimientos.

Finalmente, queda abierta la posibilidad de ajustar el modelo planteado en esta investigación, a diferentes establecimientos de otras localidades, contando con la información estadística necesaria para llevar a cabo este proceso.

REFERENCIAS

CONAMA (2010), “Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile”. [PDF] <http://www.sinia.cl/1292/articles-49564_informe_final.pdf>

Orccosupa (2002), “Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos”. Proyecto de título de Magister en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago, Universidad de Chile, Departamento Interfacultades.

CONAMA (2005), “Política de gestión integral de residuos sólidos”. [PDF] <http://www.sinia.cl/1292/articles-26270_pol_rsd>

INE (2012), “Resultados XVIII censo de la población”. Chile. <<http://www.emol.com/documentos/archivos/2013/04/02/20130402145438.pdf>>

INE (2008), “Reporte Estadístico Comunal Concepción”. Chile. <[file:///C:/Users/lorgiojuvenal/Downloads/Reporte%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/lorgiojuvenal/Downloads/Reporte%20(2).pdf)>

Tchobanoglous et al. (1994), “Gestión integral de residuos sólidos”. Traducción de la cuarta edición. España, Mc Graw-Hill.

López (2014), “Propuesta de un modelo econométrico para determinar las variables socio-económicas que intervienen en la generación de residuos sólidos urbanos en Bogotá, para una óptima gestión pública”. Proyecto de título de Economía. Bogotá, Universidad de Bogotá, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Díaz (2006), “Ecoeficiencia en la gestión de residuos municipales: modelo y factores exógenos”. Proyecto de título de Doctorado en Creación, Estrategia y Gestión de Empresas. Barcelona, Universidad Autònoma de Barcelona, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Mendoza (2006), “Investigación cualitativa y cuantitativa- Diferencias y limitaciones”. Peru.

Hernández et al. (2010), “Metodología de la Investigación”. Traducción de la quinta edición. México, Mc Graw-Hill.

Becker Á. (2007), “Estadística descriptiva”. Reedición 2007 Dirección de Bibliotecas Universidad del Bío Bío.

Kerlinger F. y Howard L (2002), “Investigación del comportamiento”. Traducción de la cuarta edición. México, Mc Graw-Hill.

SGAB (2008), “La generación de residuos sólidos en unidades educativas escolarizadas en la ciudad de Cochabamba”.

Henry y Heinke (1999), “Ingeniería Ambiental”, Traducción de la segunda edición. México, Pearson Educación.

Gujarati, D. y Porter D. (2010), “Econometría”. Traducción de la quinta edición. México, Mc Graw-Hill.

Programa 21, “Organización de las Naciones Unidas” <
<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>>

CONAMA (2000), “Residuos- Octava Región del Bío-Bío”. [PDF] <
http://www.sinia.cl/1292/articles-29100_recurso_10.pdf>

SPSS “Statistical Package for the Social Sciences”.

R “R Project for Statistical Computing

ANEXOS

Anexo A. Concepto de residuos sólidos.

En términos generales, los residuos sólidos son aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se utilizan (Henry y Heinke, 1999).

Además, el término residuo comprende todo bien u objeto que se obtiene de un producto principal, e incluye tanto los que han devenido inaprovechables (desechos), como los que simplemente subsisten después de cualquier tipo de proceso (Campins Eritja, 1994, citado en Monserrat Gómez, 1995).

Existen diversos tipos de residuos los cuales son; sólidos, líquidos, gaseosos y radioactivos, según la composición de los mismos. Los residuos sólidos son los que generalmente y en mayor cantidad se producen en las ciudades.

Por otro lado, Tchobanoglous y col (1994) en su capítulo 1 definen a los residuos sólidos como los residuos que provienen de las actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos.

Según las Naciones Unidas (2010) en el marco del Programa 21, define que los desechos sólidos comprenden todos los residuos domésticos y los desechos no peligrosos, como los desechos comerciales e institucionales, las basuras de la calle y los escombros de la construcción y, en algunos países, los desechos humanos.

Anexo B. Clasificación de los residuos sólidos

Los tipos de residuos sólidos están relacionados con las actividades realizadas por su localización. A pesar de que son muchas y muy variadas las clasificaciones que se han hecho sobre los residuos sólidos, estos se pueden clasificar por:

Estado:

Un residuo es definido según el estado físico en que se encuentra. Existen 3 tipos los sólidos, líquidos y gaseosos. Los residuos gaseosos son denominados emisiones gaseosas como el gas refrigerante.

Fuentes:

Las fuentes de desechos sólidos están, en general, relacionados con el uso de la tierra y la zonificación. Aunque se puede clasificar las fuentes hasta un número indeterminado, se han encontrado útiles las siguientes categorías: 1) residencial, 2) comercial, 3) municipal, 4) industrial, 5) áreas libres, 6) plantas de tratamiento y 7) agrícola. (Tchobanoglous, 1994)

Efectos:

Residuo peligroso: Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

Residuo no peligroso/ asimilables a urbanos: Son los residuos fermentables (materia orgánica) combustibles (papel, cartón, plástico, madera, gomas, cueros, trapos, etc.).

Residuo inerte: Son residuos que no presentan ningún riesgo para el medio ambiente (cascarilla, chatarra, barros inertes, cenizas, polvos, arena, recortes de chapa, escorias y toda otra sustancia que no necesite ningún tratamiento previo a su disposición).

En el caso de los residuos sólidos municipales se pueden agrupar en dos grandes categorías, los putrescibles (biodegradables) y los no putrescibles (Henry y Heinke, 1999).

Residuos sólidos biodegradables: son aquellos que han formado parte de un ser vivo, o se derivan de los procesos de transformación de los combustibles fósiles, en estos encontramos los putrescibles que vienen de la producción o utilización de materiales naturales con un alto contenido de humedad que provoca que sean altamente biodegradables como los residuos de animales, comida, forestales, jardinería.

Por otra parte encontramos los no putrescibles, son los que se les ha modificado sus características biológicas, hasta dejar de ser en cierto grado biodegradables, como por ejemplo el cartón, el papel, la madera, los textiles. etc.

Anexo C. Generación de residuos sólidos en la región del Bío Bío y en Chile.

En la región del Bío Bío, el 77,4 % de las personas vive en ciudad y el promedio estimado por habitante es de 0,53 kg por día, esto no se distribuye de igual forma, ya que en Concepción es de 0,95 kg/hab día. La gestión de los RS tiene un alto costo para cada municipio. En concepción este costo es de \$11,5 pesos por kg de basura, lo que representa 2 millones de pesos diarios. En la tabla 5 se presenta la cantidad de residuos en la región. Que alcanza alrededor de 357 ton/día (Conama, 2000).

Tabla 6. Producción de RS urbanos diaria por habitante en la Región del Bío-Bío.

LOCALIDAD	Población urbana 1999, censo 1992	Producción en Toneladas/día	Producción Kg/ hab-día
Concepción	375.554	357	0.95
Talcahuano	278.206	125	0.45
Los Ángeles	116.429	50	0.43
Coronel	90.984	45	0.5
Lota	52.328	27	0.52
Laja	18.622	15	0.82
Arauco	14.703	7	0.45

Fuente: CONAMA, 2000.

Los RS generados en Chile, según estimaciones del 2000 al 2009, tienen un crecimiento variable, debido al aumento de la población y a la producción industrial, durante este periodo se tiene un crecimiento del 42%, pasando de 11,9 a 16,9 millones de toneladas, en donde la mayor parte de los residuos son del tipo industrial (Conama, 2010)

Anexo D. Encuesta y registro de pesos.

CARACTERISTICAS DE ESTABLECIMIENTOS SUBVENCIONADOS Y PAGADOS DE LA
COMUNA DE CONCEPCIÓN

Fecha: _____

Establecimiento: _____

Ubicación: _____

- Tipo de establecimiento:

Subvencionado [] Particular []

- Tipo de enseñanza.

Pre-Básica [] Básica [] Media []

- Jornada escolar (Número de horas).

Completa [] Parcial []

- Alimentación.

Completa [] Parcial []

Observaciones: _____

- Número de generación de residuos

Casinos [] kioscos [] Otros _____

- Días de recolección

Días y horas:

Obs: _____

Disposición de los residuos: _____

Tabla 7. Registro de pesos de los residuos sólidos

Nombre del establecimiento						
Fecha						
Día	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Hora						
PESO TOTAL						
PESO RECIPIENTE						
PESO NETO						
OBSERVACIONES						

Tabla de resumen de cálculo de confiabilidad del instrumento de medición

fuelle	gl	sc	cm	f	ns
mediciones	3	0.95	0.32	1.2	
objetos	4	3352	837.88	3046.82	
residual o error	12	3.3	0.27		
total	19	3356			

sc=suma de cuadrados
cm= cuadrados medios
gl=grados de libertad
f=razon de varianza
rtt=coefic de confiabilidad

rtt=1-(ve/vobjetos)

rtt	=	1.00
-----	---	------

Anexo E. Tablas de antecedentes y metodología.

Tabla 8. Distribución de alumnado por instituciones educativas particulares –Concepción.

Nivel	Jardín	Jardín/ Básica	Básica	Básica/ Media	Media	Jardín/ Básica/Media	Básica/Media Adultos	Media Adultos	Media Jov. y adult.	Educ. Especial
Subvencionados	285	4013	584	5033	447	13411	172	2013	409	2224
Pagados	23	147	0	99	5	3816	0	151	105	0
Total alumnos	308	4160	584	5132	452	17227	172	2164	514	2224

Fuente: Elaboración propia, basado en información del Mineduc (2014).

Tabla 9. Los residuos sólidos urbanos más comunes.

Fuente	Instalaciones donde se generan os RSU	Naturaleza de los RSU
Residenciales	Casas y edificios de baja, Mediana y gran altura. residenciales unifamiliares y Multifamiliares.	Desechos de alimentos, papeles, Metales, plásticos. Residuos especiales ,cenizas
Comerciales	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles almacenes, reparación de automóviles, Instalaciones medicas	Desechos de alimentos, papeles, desperdicios, cenizas, madera, vidrios desechos ocasionalmente peligrosos
Institucionales	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales y otras.	Como en el comercio
De construcción	Nuevas construcciones, pavimentos rotos y demoliciones	Madera, escombros, aceros, hormigón suciedad, plásticos, etc.
Servicios municipales	Calles, parques, playas, autopistas, áreas recreacionales	Recorte de árboles, plantas, residuos de parques, arena, papel plásticos, etc.
De plantas de tratamiento	afluente de aguas residuales y procesos De tratamiento industrial.	compuestos principalmente de lodos y biosólidos y residuos de pretratamiento
Industrial	Fabricación, manufacturas ligeras y pesadas, refinерías, plantas químicas, madera, minería, generación de electricidad, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, cenizas, residuos especiales y peligrosos desechos de demolición y construcción
Agrícolas	cultivos, huertos, viñedos, corrales de ganado y animales, granjas, etc.	Desechos de animales compuestos, desechos de la agricultura, residuos Peligrosos.

Fuente: Tchobanoglous et al, 1994.

Nota: El término RSU incluye a todos los mencionados, a excepción de los residuos industriales y agrícolas.

Tabla 10. Zona de muestreo.

Zonas	Localidad
Zona centro comercial	De Chacabuco a Manuel Rodríguez/ Prat a Paicaví.
Zona centro residencial	Roosevelt y Irrazaval hasta Manuel Bulnes
Zona periférica	Valle Nonguén
	Camino a Penco
	Lomas san Andrés
	Villa Cap
	Santa Sabina
	Valle Noble
	Valle Escondido
	Laguna Redonda
Lorenzo Arenas	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo F. Análisis estadístico

I. Resultados de estadística descriptiva

Tabla 11. Distribución de dependencia de los establecimientos.

Dependencia	fi	hi	%
Subvencionado	39	0.848	84.78
Pagados	7	0.152	15.22
Total	46	1	100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Distribución de nivel socioeconómico de los estudiantes en los establecimientos.

Nivel socioeconómico	fi	hi	%
Media alto C2	16	0.348	34.78
Medio C3	16	0.348	34.78
Medio bajo D	9	0.196	19.57
Alto (ABC1)	5	0.109	10.87
Total	46	1	100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Distribución de estratos de los establecimientos.

Estratos	M-J	L-M-V	M-J-S	L a V	fi	hi
Multinivel	1	5	5	4	15	0.326
Parv y Ens. Básica	2	8	3	0	13	0.283
Parvularios	0	5	1	2	8	0.174
Ens. Básica y media	1	3	1	0	5	0.109
Ens. Básica	2	0	1	0	3	0.065
Ens. Media	0	1	0	1	2	0.043
Total	6	22	11	7	46	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Distribución de los residuos sólidos en los establecimientos educacionales.

Nº de clase	Clases con límites reales		Marcas de clases	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
	L inf	Lsup					
li			yi	fi	hi	Fi	Hi
1	19	144.00	81.5	19	19	0.413	0.413
2	144.00	269.00	206.5	11	30	0.239	0.652
3	269.00	394.00	331.5	6	36	0.130	0.783
4	394.00	519.00	456.5	4	40	0.087	0.870
5	519.00	644.00	581.5	2	42	0.043	0.913
6	644.00	769.00	706.5	2	44	0.043	0.957
7	769.00	894.00	831.5	2	46	0.043	1
				46			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Promedios semanales de los residuos sólidos por estratos.

Estratos	Subvencionados	Pagados	Media ponderada
Parvularios	110.61	105	109.909
Parv y Ens. Básica	164.92	145.9	163.457
Ens. Básica	136.5	-	136.500
Ens. Media	139.4	-	139.400
Ens. Básica y media	545.47	79.8	452.336
Multinivel	402.12	398.08	401.615

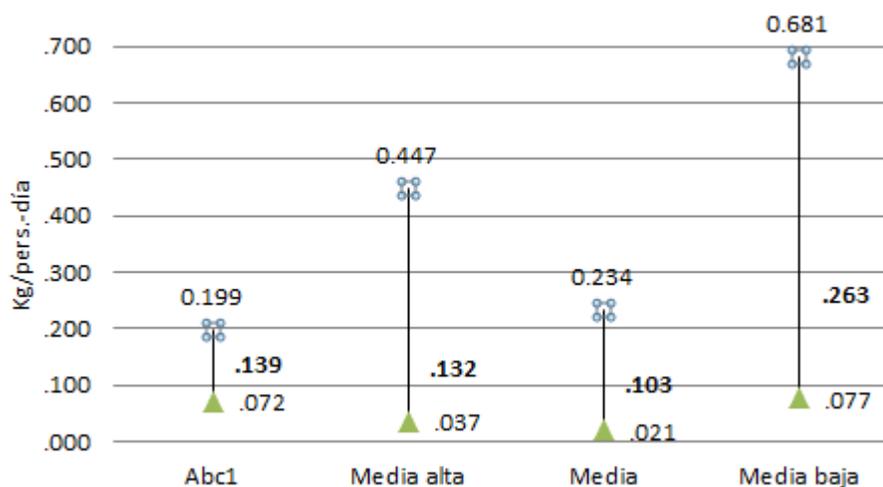
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Promedios de la GPC por estratos.

Estratos	Subvencionados	Pagados	Con atípicos	Sin atípicos
			Media p. (Kg/pers.-día)	Media p.
Parvularios	0.330	0.447	0.345	0.297
Parv. Y Básica	0.091	0.199	0.118	0.086
Básica	0.145	-	0.145	0.145
Media	0.112	-	0.112	0.112
Básica y media	0.122	0.161	0.131	0.131
Multinivel	0.096	0.103	0.097	0.124
			0.158	0.149

Fuente: Elaboración propia. p= Ponderada.

Figura 8. Rango máximo y mínimo de residuos sólidos según nivel socioeconómico.



Variabilidades

Tabla 17. Variabilidades de las Fiestas patrias.

Dispersión de los RS en establecimientos antes y después de las fiestas patrias												
	Jardín Lulu		Adventista de Concepción		San Agustín		Madres Dominicas		Colegio Mozart		Inmaculada de Concepción	
	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.
Media	13.10	20.50	45.58	43.94	154.84	162.52	52.04	55.50	48.63	32.70	70.56	86.22
desv est	5.51	2.51	5.32	3.09	33.47	29.53	9.41	23.67	14.50	4.44	2.97	19.91
CV	42.07	12.26	11.67	7.03	21.62	18.17	18.08	42.65	29.80	13.58	4.21	23.09
RS semanal	65.50	102.50	227.90	219.70	774.20	812.60	260.20	277.50	145.90	98.10	352.80	431.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Variabilidades de algunos establecimientos seleccionados

Dispersión de los RS en establecimientos en diferentes semanas												
	C.Villa Nonguen		J. Snoopy		Almondale del Valle		Wessex School		L.T. La Araucana		C. San Nicolás	
	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.	1ra med.	repet.
Media	44.37	51.77	16.37	19.43	45.47	50.37	130.33	176.93	16.97	19.37	58.33	61.93
Desv est	16.91	26.51	4.68	1.55	9.94	3.04	39.43	39.30	2.67	7.83	18.43	3.71
CV	38.10	51.20	28.57	7.99	21.86	6.03	30.25	22.21	15.71	40.41	31.59	5.99
RS semanal	133.10	155.30	49.10	58.30	136.40	151.10	391.00	530.80	50.90	58.10	175.00	185.80

Fuente: Elaboración propia.

II. Resultados de las propiedades de las variables de estudio

Basura semanal en comparación con las variables cualitativas **dependencia, estrato y nivel socioeconómico.**

Tabla 19. Residuos sólidos según “dependencia” del establecimiento.

	Cantidad	Suma	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
Pagado	7	1918,5	274,07143	79,8	673,9	219,5248
Subvencionado	39	10077,8	258,40513	19,3	888,5	220,20331
Total general	46	11996,3	260,78913	19,3	888,5	217,72584

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Residuos sólidos por nivel educacional.

	Cantidad	Suma	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
Básica	3	409,5	136,5	68,4	195	63,843637
Básica y Media	5	2261,7	452,34	79,8	888,5	346,50843
Media	2	278,8	139,4	50,9	227,9	125,1579
Parv,Básica,Media	15	6015,6	401,04	139	774,2	173,36063
Parv. Y Básica	13	2155,9	165,83846	19,3	545	138,58836
Parvulario	8	874,8	109,35	26	429,3	132,49208
Total general	46	11996,3	260,78913	19,3	888,5	217,72584

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Residuos sólidos por nivel socioeconómico.

	Cantidad	Suma	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.
Alto	5	1679	335,8	79,8	673,9	235,43758
Medio	16	3463	216,4375	19,3	888,5	268,58405
Medio alto	16	4685,9	292,86875	65,5	774,2	186,6291
Medio bajo	9	2168,4	240,93333	51,8	545	168,57626
Total general	46	11996,3	260,78913	19,3	888,5	217,72584

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Estadísticos de las variables cuantitativas.

	Residuos semanal kg	Mensualidad	Raciones	Matricula	Funcionarios
Media	260,78913	39076,09	4425,22	467,91	44,35
Mediana	185	37500	850	356	37
Moda	112.23	37500	4134	431,21	42
Desv. típ.	217,72584	34105,061	6859,367	403,749	34,175
Rango	869,2	100000	27020	1415	154
Mínimo	19,3	0	0	39	4
Máximo	888,5	100000	27020	1454	154

Fuente: Elaboración propia.

III. Resultados de análisis de independencia

Tablas de test no paramétricos

Test1. Relación entre kgs de residuos sólidos y dependencia de los establecimientos

Rangos					Estadísticos de contraste	
		N	Rango promedio	Suma de rangos	Residuos semanal kg	
dependencia					U de Mann-Whitney	125,000
Residuos	subvencionado	39	23,21	905,00	W de Wilcoxon	905,000
semanal kg	pagado	7	25,14	176,00	Z	-,352
	Total	46			Sig. asintót. (bilateral)	,725
					Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,742 ^a

Test 2. Relación entre kgs de basura y nivel socio económico

Rangos				Estadísticos de contraste	
		N	Rango promedio	Residuos semanal kg	
Nivel socioeconómico				Chi-cuadrado	5,832
Residuos	Medio bajo	9	24,22	gl	3
semanal kg	Medio	16	17,25	Sig. asintót.	,120
	Medio alto	16	27,69		
	Alto	5	28,80		
	Total	46			

Test 2.1. Relación entre kgs de residuos y dos grupos del nivel socioeconómico

Rangos					Estadísticos de contraste	
		N	Rango promedio	Suma de rangos	Residuos semanal kg	
niv_soc					U de Mann-Whitney	169,000
Residuos	Medio y bajo	25	19,76	494,00	W de Wilcoxon	494,000
semanal kg	Medio alto y alto	21	27,95	587,00	Z	-2,062
	Total	46			Sig. asintót. (bilateral)	,039

Test 3. Relación entre kgs de basura y nivel educacional impartido por el establecimiento

Rangos

Estrato		N	Rango promedio
Residuos	Párvulo	8	11,00
semanal kg	Básica	3	17,67
	Media	2	15,50
	Parv-Bás	13	18,31
	Bás-Med	5	31,60
	Parv-Bas-Med	15	34,20
	Total	46	

Estadísticos de contraste

	Residuos semanal kg
Chi-cuadrado	21,513
gl	5
Sig. asintót.	,001

Test 3.1. Relación entre kgs de basura y dos grupos de estratos impartido por los establecimientos.

Rangos

estrato		N	Rango promedio	Suma de rangos
Residuos	Un estrato	26	15,77	410,00
semanal kg	Más estratos	20	33,55	671,00
	Total	46		

Estadísticos de contraste

	Residuos semanal kg
U de Mann-Whitney	59,000
W de Wilcoxon	410,000
Z	-4,454
Sig. asintót. (bilateral)	,000

IV. Resultados de método de predicción

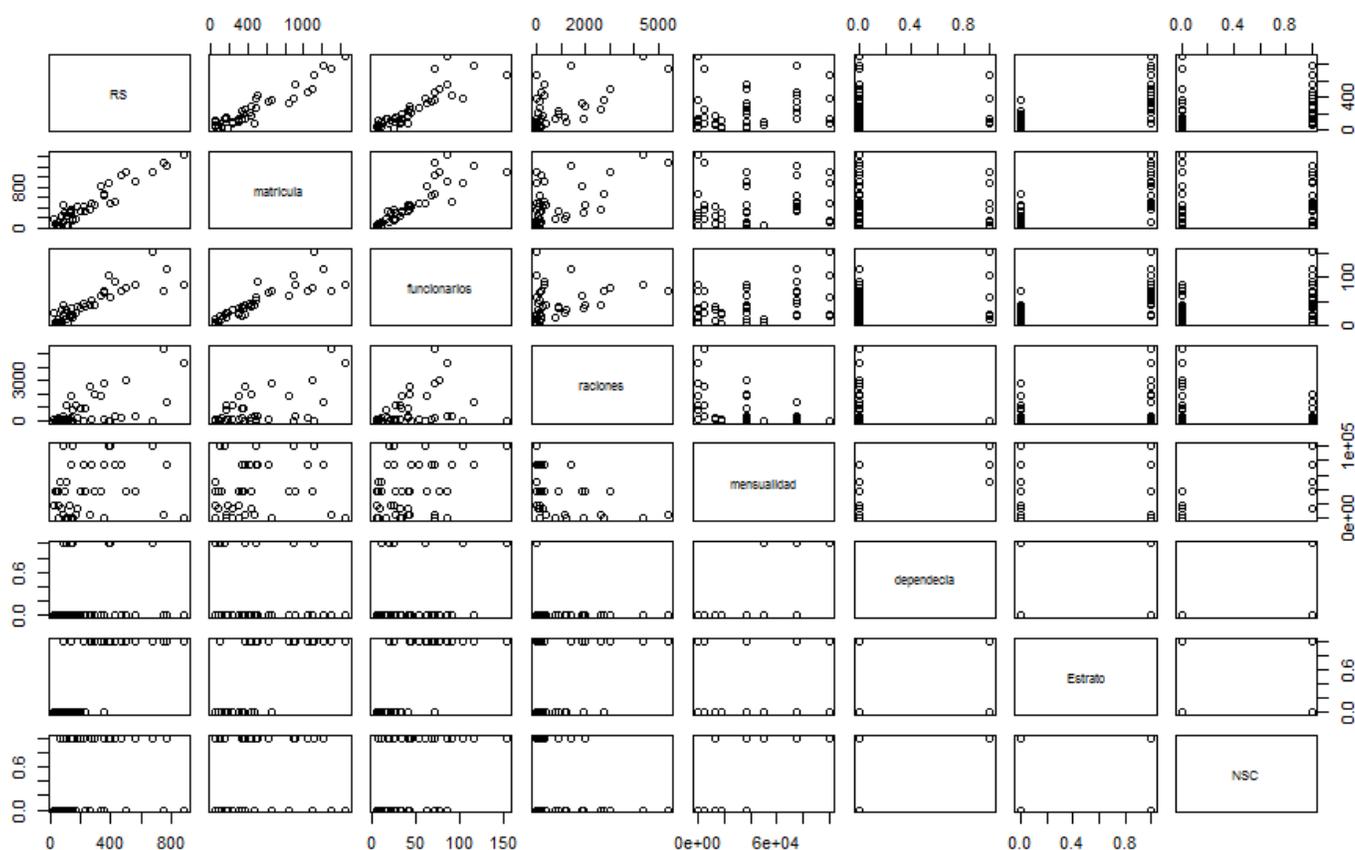
Tabla 23. Distancia de cook para todos los datos y variables.

Estrato	Dependencia	Residuos semanal kg	mensualidad	alto	raciones	matricula	funcionarios	Distancia de cook
1	1	79,80	100000	1	0	99	19	0,00075
1	1	388,40	100000	1	0	898	103	0,03784
1	1	673,90	100000	1	0	1.109	154	0,02773
1	1	391,00	100000	1	0	481	60	0,02482
1	1	145,90	100000	1	0	147	24	0,00966
0	0	68,40	12500	0	380	81	9	0,00083
1	0	888,50	0	0	21840	1.454	86	0,22168
0	0	227,90	37500	0	4480	327	40	0,00195
0	0	50,90	37500	0	880	120	11	0,00372
1	0	504,70	37500	0	15120	1092	77	0,00093
1	0	333,70	37500	0	9200	837	63	0,00475
1	0	93,40	37500	0	600	303	26	0,00107
1	0	71,50	12500	0	340	229	31	0,0052
1	0	19,30	17500	0	580	182	25	0,00841
1	0	125,00	17500	0	500	293	21	0,00019
1	0	83,40	5000	0	1780	460	41	0,03205
1	0	133,10	0	0	9560	299	34	0,00861
0	0	26,00	37500	0	0	73	7	0,00335
0	0	49,10	17500	0	0	42	4	0,00037
0	0	41,40	37500	0	0	40	5	0,00054
1	0	746,70	5000	0	27020	1.294	72	0,07074

0	0	195,00	37500	1	4580	341	34	0,00599
1	0	289,60	37500	1	9920	438	42	0,00235
1	1	139,00	75000	1	0	371	24	0,0004
1	0	266,60	75000	1	440	478	53	0,00226
1	0	258,60	37500	1	24740	1177	79	0,81379
1	0	559,30	37500	1	1540	901	86	0,03634
1	0	774,20	75000	1	6900	1221	116	0,05244
1	0	424,90	75000	1	1580	504	91	0,01963
1	0	352,80	75000	1	450	624	67	0,0032
1	0	221,20	75000	1	60	419	44	0,00229
1	0	467,10	75000	1	880	1043	71	0,01725
1	0	260,20	75000	1	640	1153	90	0,1445
1	0	136,40	75000	1	820	330	18	0,00831
1	0	175,00	12500	1	1100	435	40	0,00702
0	1	100,50	50000	1	0	45	11	0,00288
0	0	65,50	50000	1	0	42	6	0,00014
0	0	146,10	0	0	3740	162	16	0,00035
1	0	257,10	5000	0	13080	371	42	0,00076
1	0	105,90	0	0	6060	228	31	0,00574
1	0	545,00	0	0	12040	374	42	0,09737
1	0	164,80	5000	0	5700	165	27	0,00037
1	0	357,20	0	0	13780	654	72	0,01225
0	0	111,20	0	0	620	39	7	0,00038
0	0	429,30	0	0	1950	105	14	0,09363
0	0	51,80	0	0	660	44	5	0,00142

Resultado de modelos

Figura 9. Análisis gráfico de las variables en estudio



A mayor anchura (dispersión) repercute en la intensidad en la relación lineal entre los RS y las variables independientes, a más anchura menor intensidad hay en la relación, más pequeña es la relación que vamos a medir.

Análisis numérico

Tabla 24. Correlaciones simples

	RS	matrícula	funcionarios	raciones	mensualidad	dependencia	estrato	NSC
RS		0.947	0.874	0.606	0.206	0.049	0.714	0.539
matrícula	0.947		0.876	0.600	0.181	0.005	0.703	0.182
funcionarios	0.874	0.876		0.340	0.370	0.174	0.698	0.341
raciones	0.606	0.600	0.340		-0.410	-0.289	0.311	-0.339
mensualidad	0.206	0.181	0.370	-0.410		0.651	0.516	0.797
dependencia	0.049	0.005	0.174	-0.290	0.651		0.258	0.492
Estrato	0.714	0.703	0.698	0.311	0.517	0.258		0.470
NSC	0.539	0.181	0.341	-0.339	0.797	0.492	0.469	

Las correlaciones simples indican la intensidad de la relación lineal entre las variables, la matrícula y funcionarios son las más altas, es decir relación lineal muy intensas.

Tabla 25. Correlaciones parciales

	RS	matricula	funcionarios	raciones	mensualidad	dependencia	Estrato	NSC
RS		0.562	0.377	0.390	-0.030	0.020	0.164	0.247
matricula	0.562		0.404	0.194	0.091	-0.171	0.121	-0.133
funcionarios	0.377	0.404		-0.402	0.022	0.115	0.048	-0.070
raciones	0.390	0.194	-0.402		-0.406	0.139	0.253	-0.203
mensualidad	-0.030	0.091	0.022	-0.406		0.476	0.379	0.490
dependencia	0.020	-0.171	0.115	0.139	0.476		-0.059	-0.037
Estrato	0.164	0.121	0.048	0.253	0.379	-0.059		0.107
NSC	0.247	-0.133	-0.070	-0.203	0.490	-0.037	0.107	

Se detecta que la variable más importante a la hora de explicar La variable dependiente residuos sólidos es matrícula, seguida de raciones y luego funcionarios. Por otra parte no siendo relevante mensualidad.

Ecuación 1: $RS = 9,285 + 0,54 * \text{matrícula}$

*Mejor modelo por método stepwise

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,947 ^a	,897	,894	72,13635

a. Variables predictoras: (Constante), Número de alumnos del EEP

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1811061,222	1	1811061,222	348,037	,000 ^a
	Residual	208146,095	40	5203,652		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Número de alumnos del EEP
 b. Variable dependiente: Residuos sólidos semanales

Coefficientes^a

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
	B	Error típ.				Beta	Límite inferior
1	(Constante)	9,285	17,044	,545	,589	-25,162	43,732
	Número de alumnos del EEP	,540	,029	18,656	,000	,482	,599

a. Variable dependiente: Residuos sólidos semanales

Verificación de supuestos

Los siguientes test son los más fuertes para muestras pequeñas, por eso el análisis se basará en ellos.

Evaluación del modelo:

Normalidad

Ho= e son normales

Ha= e no son normales

Shapiro-Wilk: $W = 0.9879$, p-value = 0.93067

El p-valor = 0,9306 > 0,05, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Ho: $p = 0$ correlación es cero

Ha: $p \neq 0$ existe autocorrelación

Test Durbin-Watson: $DW = 1.8025$, p-value = 0.2134

El p-valor = 0,2134 > 0,05, no se rechaza la hipótesis nula, es decir no se tiene la evidencia suficiente para decir que los residuos se correlacionan, entonces se asume que los residuos son independientes (no existe correlación).

Homocedasticidad

Ho= e poseen homocedasticidad

Ha=hay Heterocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 5.0593$, p-value = 0.02449

El p-valor = 0.0245 < 0.05, se rechaza la hipótesis Ho, los errores no cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes). Por lo tanto el modelo **no es válido**.

Ecuación 2: $RS=9,89+0,52*matr\acute{i}cula+0,008*raciones$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error t\acute{i}p. de la estimaci3n
1	,948 ^a	,899	,894	72,27011

a. Variables predictoras: (Constante), Aportes junaeb, N\acute{u}mero de alumnos

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadr\acute{a}tica	F	Sig.
1	Regresi3n	1815511,513	2	907755,757	173,801	,000 ^a
	Residual	203695,803	39	5222,969		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Aportes junaeb, N\acute{u}mero de alumnos

b. Variable dependiente: residuos S3lidos

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error t\acute{i}p.	Beta		
1	(Constante)	9,894	17,088		,579	,566
	N\acute{u}mero de alumnos	,520	,036	,912	14,343	,000
	Aportes junaeb	,008	,009	,059	,923	,362

a. Variable dependiente: residuos S3lidos

Verificaci3n de supuestos

Evaluaci3n del modelo:

Normalidad

Shapiro-Wilk:

$W = 0.992, p\text{-value} = 0.9903$

El p-valor = 0,9903 > 0,05, no se rechaza la hip3tesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hip3tesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: DW = 1.812, p-value = 0.2369

El p-valor = 0,2369 > 0,05, no se rechaza la hipótesis nula, es decir no se tiene la evidencia suficiente para decir que los residuos se correlacionan, entonces se asume que los residuos son independientes (no existe correlación).

Homocedasticidad

Test de brush pagan BP = 8.484, p-value = 0.01438

El p-valor =0.01438<0.05 se rechaza la hipótesis Ho, los errores no cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes). **El modelo no es válido.**

Ecuación 3: RS= -6,641+0,334*matrícula+0,021*raciones+2,007+funcionarios

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,957 ^a	,916	,910	66,68488

a. Variables predictoras: (Constante), Profesores y otros, Aportes junaeb, Número de alumnos

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1850226,151	3	616742,050	138,691	,000 ^a
	Residual	168981,165	38	4446,873		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Profesores y otros, Aportes junaeb, Número de alumnos

b. Variable dependiente: residuos Sólidos

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-6,769	16,858		-,402	,690
	Número de alumnos	,334	,075	,586	4,485	,000
	Aportes junaeb	,021	,010	,149	2,224	,032
	Profesores y otros	2,007	,718	,310	2,794	,008

a. Variable dependiente: residuos Sólidos

Verificación de supuestos**Evaluación del modelo:****Normalidad**

Shapiro-Wilk: $W = 0.9828$, $p\text{-value} = 0.7687$

El $p\text{-valor} = 0,7687 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.773$, $p\text{-value} = 0.2008$

El $p\text{-valor} = 0,2008 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, es decir no se tiene la evidencia suficiente para decir que los residuos se correlacionan, entonces se asume que los residuos son independientes (no existe correlación).

Homocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 5.86$, $p\text{-value} = 0.119$

El $p\text{-valor} = 0.119 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis H_0 , los errores cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Multicolinealidad

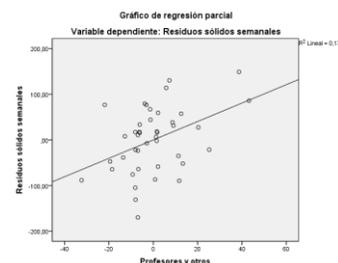
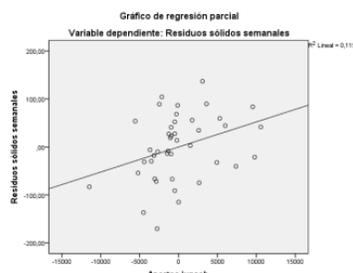
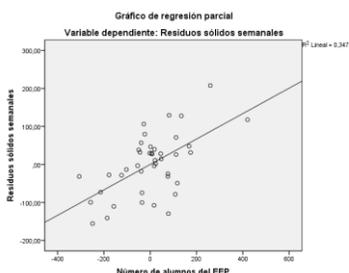
A continuación se presenta el factor de inflación de la varianza, donde gujarati señalan como regla práctica que un valor mayor a 10 podría ocasionar que alguna regresora presente un problema, en este caso ninguna excede de ese valor, aunque evidentemente como se mencionó anteriormente y como se podría esperar hay variables que poseen correlación alta, pero que en éste no deberían afectar al modelo.

	Matrícula	Raciones	Funcionarios
Fiv	7,7381	2,0159	5,6441

Los FIV no superan a 10, por lo tanto la colinealidad de las variables en éste modelo no presenta un problema o no existe colinealidad exacta.

Linealidad

Los diagramas de regresión parcial permiten ver la relación existente entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes por separado, tras eliminar de ellas el efecto del resto de las variables independientes incluidas en el análisis. Se puede observar la relación entre RS y las diferentes variables independientes, que son lineales y positivas.



Ecuación 4: $RS = -8.53 + 0,456 * \text{matrícula} + 0,022 * \text{raciones} + 20.89 * \text{estrato} + 54.32 * \text{NSC}$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,956 ^a	,913	,904	68,82034

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Nivel educacional

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1843966,489	4	460991,622	97,333	,000 ^a
	Residual	175240,828	37	4736,239		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Nivel educacional

b. Variable dependiente: residuos Sólidos

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-8,530	18,877		-,452	,654
	Número de alumnos	,456	,047	,800	9,613	,000
	Aportes junaeb	,022	,011	,153	2,065	,046
	Nivel educacional	20,893	34,814	,047	,600	,552
	Nivel socioeconómico	54,321	29,889	,123	1,817	,077

a. Variable dependiente: residuos Sólidos

Verificación de supuestos

Normalidad

Shapiro-Wilk: $W = 0.973$, $p\text{-value} = 0.4134$

El $p\text{-valor} = 0,4134 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.55$, $p\text{-value} = 0.051$

El $p\text{-valor} = 0,0051 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de independencia de los residuos.

Homocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 15.406$, $p\text{-value} = 0.039$

El $p\text{-valor} = 0.039 < 0.05$, se rechaza la hipótesis H_0 , los errores no cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Ecuación 5:

$RS = -20.98 + 0,308 * \text{matrícula} + 0,031 * \text{raciones} + 1,75 * \text{funcionarios} + 11,55 * \text{estrato} + 48,61 * \text{NSC}$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,962 ^a	,926	,916	64,49260

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Nivel educacional, Profesores y otros

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1869472,659	5	373894,532	89,894	,000 ^a
	Residual	149734,657	36	4159,296		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Nivel educacional, Profesores y otros

b. Variable dependiente: residuos Sólidos

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	-20,990	18,392		-1,141	,261
Número de alumnos	,308	,075	,540	4,130	,000
Aportes junaeb	,031	,011	,219	2,945	,006
Profesores y otros	1,752	,707	,271	2,476	,018
Nivel educacional	11,552	32,843	,126	1,91	,057
Nivel socioeconómico	48,615	28,104	,110	2,04	,042

a. Variable dependiente: residuos Sólidos

Verificación de supuestos

Normalidad

Shapiro-Wilk: $W = 0.9805$, $p\text{-value} = 0.6799$

El $p\text{-valor} = 0,6799 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.8001$, $p\text{-value} = 0.2198$

El $p\text{-valor} = 0,2198 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de independencia de los residuos.

Homocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 10,75$, $p\text{-value} = 0.0567$

El $p\text{-valor} = 0.1712 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis H_0 , los errores no cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Multicolinealidad

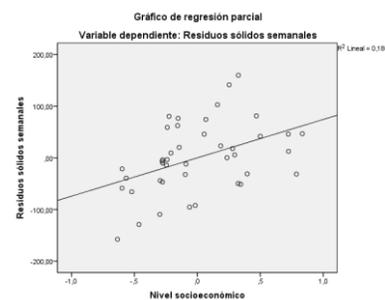
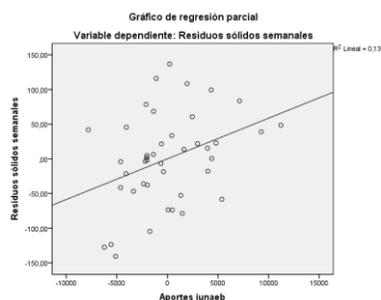
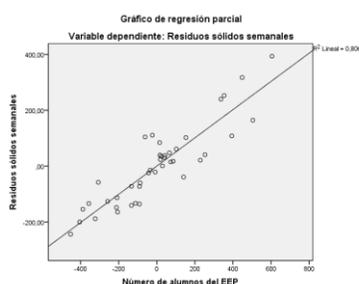
	Matrícula	Raciones	Funcionarios	Estrato	NSC
Fiv	8,294	2,691	5,811	2,667	1,975

Los FIV no superan a 10, por lo tanto la colinealidad de las variables en éste modelo no presenta un problema o no existe colinealidad exacta.

Linealidad

Los diagramas de regresión parcial permiten ver la relación existente entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes por separado, tras eliminar de ellas el efecto del resto de las variables independientes incluidas en el análisis.

Se puede observar la relación entre RS y las diferentes variables independientes, que son lineales positivas y una negativa.



Ecuación 6:

$$RS = -22.47 + 0,314 * \text{matrícula} + 0,031 * \text{raciones} + 1.78 * \text{funcionarios} + 53.11 * \text{NSC}$$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,962 ^a	,926	,918	63,72433

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Profesores y otros

ANOVA^b

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1868958,059	4	467239,515	115,061	,000 ^a
	Residual	150249,257	37	4060,791		
	Total	2019207,316	41			

a. Variables predictoras: (Constante), Nivel socioeconómico, Número de alumnos, Aportes junaeb, Profesores y otros

b. Variable dependiente: residuos Sólidos

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	-22,470	17,690		-1,270	,212
Número de alumnos	,314	,072	,550	4,368	,000
Aportes junaeb	,032	,010	,223	3,068	,004
Profesores y otros	1,781	,694	,275	2,564	,015
Nivel socioeconómico	53,112	24,729	,121	2,148	,038

a. Variable dependiente: residuos Sólidos

Verificación de supuestos

Normalidad

Shapiro-Wilk: $W = 0.988$, $p\text{-value} = 0.8764$

El $p\text{-valor} = 0,9316 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.475$, $p\text{-value} = 0.031$

El $p\text{-valor} = 0,031 < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto existe evidencia para indicar que los residuos están correlacionados. No cumple con el supuesto, el modelo no es válido.

Homocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 9.89$, $p\text{-value} = 0.0422$

El $p\text{-valor} = 0,0512 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis H_0 , los errores cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Multicolinealidad

	Matrícula	Raciones	Funcionarios	NSC
Fiv	7,88	2,63	5,734	1,566

Los FIV no superan a 10, por lo tanto la colinealidad de las variables en éste modelo no presenta un problema o no existe colinealidad exacta.

Como se puede apreciar en el modelo 3 y 5 el intercepto no es significativo, a pesar de eso autores recomiendan no eliminar el intercepto, pero como alternativa veremos un modelo de regresión a través del origen con éstas mismas variables.

Ecuación 7: $RS = -0,336 * \text{matrícula} + 0,020 * \text{raciones} + 1,905 + \text{funcionarios}$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado ^b	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,982 ^a	,963	,961	65,96389

- a. Variables predictoras: Profesores y otros, Aportes junaeb, Número de alumnos
- b. Para la regresión a través del origen (el modelo sin término de intersección), R cuadrado mide la proporción de la variabilidad de la variable dependiente explicado por la regresión a través del origen. NO SE PUEDE comparar lo anterior con la R cuadrado para los modelos que incluyen una intersección.

ANOVA^{c,d}

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4476109,429	3	1492036,476	342,900	,000 ^a
	Residual	169698,131	39	4351,234		
	Total	4645807,560	42			

- a. Variables predictoras: Profesores y otros, Aportes junaeb, Número de alumnos
- b. Esta suma de cuadrados total no se ha corregido para la constante porque la constante es cero para la regresión a través del origen.
- c. Variable dependiente: residuos Sólidos
- d. Regresión lineal a través del origen

Coefficientes^{a,b}

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	Número de alumnos	,336	,074	,594	4,562	,000
	Aportes junaeb	,021	,009	,114	2,213	,033
	Profesores y otros	1,905	,665	,315	2,866	,007

- a. Variable dependiente: residuos Sólidos
- b. Regresión lineal a través del origen

Verificación de supuestos

Normalidad

Shapiro-Wilk: $W = 0.985$, $p\text{-value} = 0.856$

El $p\text{-valor} = 0,856 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.765$, $p\text{-value} = 0.192$

El $p\text{-valor} = 0,2409 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, es decir no se tiene la evidencia suficiente para decir que los residuos se correlacionan, entonces se asume que los residuos son independientes (no existe correlación).

Homocedasticidad

Test de brush pagan $BP = 3.284$, $p\text{-value} = 0.178$

El $p\text{-valor} = 0.1256 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis H_0 , los errores cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Multicolinealidad

A continuación se presenta el factor de inflación de la varianza, donde *gujarati* señalan como regla práctica que un valor mayor a 10 podría ocasionar que alguna regresora presente un problema, en este caso ninguna excede de ese valor, aunque evidentemente como se mencionó anteriormente y como se podría esperar hay variables que poseen correlación alta, pero que en éste no deberían afectar al modelo.

	Matrícula	Raciones	Funcionarios
Fiv	18,11	2,84	12,86

Los FIV superan a 10, por lo tanto existe colinealidad de las variables en éste modelo, pero no presenta colinealidad exacta.

Ecuación 8:

$$RS = 0,312*matricula + 0,027*raciones + 1,53*funcionarios + 20,13*Estrato + 33,79*NSC$$

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,983 ^a	,967	,962	64,75565

ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4490655,695	5	898131,139	214,183	,000 ^a
	Residual	155151,865	37	4193,294		
	Total	4645807,560 ^b	42			

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	Número de alumnos	,312	,075	,552	4,169	,000
	Aportes junaeb	,027	,010	,170	2,709	,010
	Profesores y otros	1,531	,683	,253	2,241	,031
	Nivel educacional	20,130	32,101	,104	1,86	,063
	Nivel socioeconómico	33,786	25,021	,095	1,97	,049

a. Variable dependiente: residuos Sólidos

Verificación de supuestos

Evaluación del modelo:

Normalidad

Shapiro-Wilk:

$$W = 0.9831, p\text{-value} = 0.7805$$

El p-value = 0.5099 > 0.05, No se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de normalidad en los residuos.

Independencia

Test Durbin-Watson: $DW = 1.6983$, $p\text{-value} = 0.157$

No se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto no existe evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis de independencia de los residuos.

Homocedasticidad

Test Breusch Paga: $Bp = 5.7487$, $p\text{-value} = 0.2187$

El $p\text{-valor} = 0.2187 > 0.05$, no se rechaza la hipótesis H_0 , los errores cumplen con la homocedasticidad (varianzas constantes).

Multicolinealidad

	Matrícula	Raciones	Funcionarios	Estrato	NSC
Fiv	19,407	3,401	14,11	4,42	2,84

Los FIV superan a 10, por lo tanto existe colinealidad de las variables en éste modelo, pero no presenta colinealidad exacta.

Selección del mejor modelo según el criterio de información Akaike.

Para seleccionar el modelo se debe ver el que tenga menor AIC, en este caso es el modelo 8 sin intercepto, el cual entregará una mejor predicción de los RS.

Modelo	Medida de calidad Con intercepto		
	AIC	variable	AIC
3	356.59	M	372.44
		R	359.73
		F	362.44
5	355.52	M	369.80
		R	362.58
		F	360.12
		E	356.15
		N	357.87

Modelo	Medida de calidad Sin intercepto		
	AIC	variable	AIC
3	355.77	M	370.73
		R	357.74
		F	360.80
5	355.01	M	369.18
		R	360.61
		F	358.35
		E	356.02
		N	357.09