

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN GENERADOS EN
LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Autor (es):

José Alberto Villagómez Vacacela.

Oscar Aníbal López Pérez.

Tutor:

Ing. Javier Palacios, MsC.

Riobamba – Ecuador

2019

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN GENERADOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”** presentado por: **José Alberto Villagómez Vacacela & Oscar Aníbal López Pérez** y dirigida por: Ing. Javier Palacios, MsC. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para la constancia de lo expuesto firman:

Ing. Javier Palacios

Tutor del proyecto



Ing. Oscar Cevallos

Miembro del Tribunal

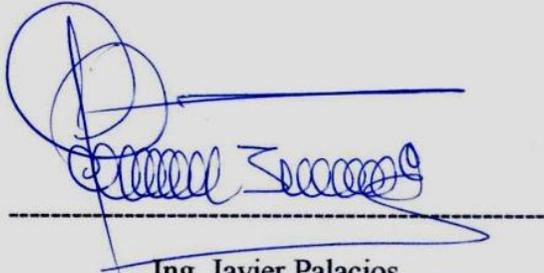
Ing. Vladimir Pazmiño

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, **Ing. Javier Palacios**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: **“CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN GENERADOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los Señores: **José Alberto Villagómez Vacacela y Oscar Aníbal López Pérez** para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



Ing. Javier Palacios
Tutor de tesis

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: José Alberto Villagómez Vacacela. & Oscar Aníbal López Pérez e Ing. Javier Palacios; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



José Alberto Villagómez Vacacela
C.I. 060379168-2



Oscar Aníbal López Pérez
C.I. 060380954-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios ya que sin él no hubiera podido cumplir este sueño tan anhelado.

Doy gracias a mi madre Rita, hermana Carolina y a mis abuelitos que han sido partícipes de este logro, al brindarme su amor, cariño y apoyo incondicional e inculcarme valores y permitirme cumplir el sueño de ellos al verme como un Ingeniero Civil.

También agradezco a una persona muy especial que ahora me cuida desde el cielo, él me ha guiado y apoyado en este largo y arduo camino, esa persona es mi abuelito Alfonso Vacacela.

Un agradecimiento muy especial a la Escuela de “Ingeniería Civil” de la “Universidad Nacional de Chimborazo” y los docentes por compartir sus conocimientos que serán empleados en la vida profesional.

José Alberto Villagómez Vacacela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios primeramente ya que con él no se tiene nada que me ayudo a cumplir este sueño tan anhelado.

Gracias a mi madre Ana y mi padre José por ser partícipes de este logro al brindarme su amor, cariño y apoyo incondicional e inculcarme valores y permitirme cumplir el sueño de ellos al verme como un Ingeniero Civil.

Agradezco a mis hermanos Paul y Mayra que con su ejemplo y sus valores que me ha permitido esforzarme en mis estudios y para poder cumplir el objetivo deseado de todos, también le agradezco a mi hermano Byron por estar ahí siempre a mi lado y brindarme sus experiencias para poder lograr este objetivo.

Y una persona muy especial que no le pude conocer, pero desde el cielo me cuida y me a guiado en este arduo camino y esa persona es mi abuelo Francisco Pérez que él tuvo su profesión de un conocedor de las técnicas de la construcción.

Un agradecimiento muy especial a la Escuela de “Ingeniería Civil” de la “Universidad Nacional de Chimborazo” y los docentes por compartir sus conocimientos que serán empleados en la vida profesional.

Oscar Aníbal López Pérez

DEDICATORIA

El presente trabajo primeramente lo dedico a Dios por siempre bendecirme y guiarme en cada paso que di en la Universidad Nacional de Chimborazo, en segundo dedico a mis padres, abuelitos, hermana y sobrina por la comprensión, apoyo incondicional, amor, cariño que me han brindado por todo el tiempo de mi vida estudiantil.

También dedico a mi abuelita Luz América Goyes y mi abuelito Alfonso Vacacela por darme siempre sus bendiciones y cuidados y que confiaron que iba a lograr el objetivo que ellos tanto anhelaban.

José Alberto Villagómez Vacacela

DEDICATORIA

El presente trabajo primeramente lo dedico a Dios por siempre bendecirme en cada paso que di en la Universidad Nacional de Chimborazo que me cuido y me protegió y segundo os dedico a mis padres, hermanos, sobrinos por la comprensión, apoyo incondicional, amor, cariño que me han brindado por todo el tiempo de mi vida estudiantil.

También dedico a mi abuelita Rosario Pinto y mi abuelito Francisco Pérez por darme siempre sus bendiciones y cuidados y que confiaron que iba a lograr el objetivo que ellos tanto anhelaban.

Oscar Aníbal López Pérez

Contenido

RESUMEN	xiii
ABSTRAC.....	xiv
1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Estado del arte	5
4. Metodología	10
5. Resultados y Discusión	20
5.1. Caracterización de los Residuos de la Construcción	20
6. Conclusiones y recomendaciones.....	30
6.1. Conclusiones	30
6.2. Recomendaciones	31
7. Bibliografía.....	32
8. Anexos.....	35
Anexo 1. Tablas de Peso Total Método Cuarteo en cada una de las Escombreras clandestinas.....	35
Anexo 2. Tablas de recolección de datos realizadas en las escombreras clandestinas en: reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables	37
Anexo 3. Tablas de resumen residuos de la construcción: reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables	41
Anexo 4. Resultados de los Residuos de la Construcción Reciclables (Material vs Escombreras)	43
Anexo 5. Resultados de los Residuos de la Construcción Reciclables (Intervalos de Tolerancia).....	48
Anexo 6. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reciclables (Material vs Escombreras)	53
Anexo 7. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reciclables (Intervalos de Tolerancia).....	59
Anexo 8. Resultados de los Residuos de la Construcción Reutilizables (Material vs Escombreras)	65
Anexo 9. Resultados de los Residuos de la Construcción Reutilizables (Intervalos de Tolerancia).....	71
Anexo 10. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reutilizables (Material vs Escombreras)	76

Anexo 11. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reutilizables (Intervalos de Tolerancia)	82
Anexo 12. Porcentajes de materiales existentes en cada una de las Escombreras clandestinas	87

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de proceso seguido	10
Figura 2. Localización de escombreras clandestinas en la ciudad de Riobamba	11
Figura 3. Método de Cuarteo.....	12
Figura 4. Aplicación método cuarteo Escombrera 1	13
Figura 5. Aplicación método cuarteo Escombrera 2	13
Figura 6. Aplicación método cuarteo Escombrera 3	14
Figura 7. Aplicación método cuarteo Escombrera 4	14
Figura 8. Aplicación método cuarteo Escombrera 5	15
Figura 9. Aplicación método cuarteo Escombrera 6	15
Figura 10. Aplicación método cuarteo Escombrera 7	16
Figura 11. Aplicación método cuarteo Escombrera 8	16
Figura 12. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos Reciclables"	20
Figura 13. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos No Reciclables"	22
Figura 14. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos Reutilizables"	25
Figura 15. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos No Reutilizables"	27
<u>Resultados de los residuos de construcción "Reciclables"(Material vs Escombreras)</u>	
Figura 16. Material vs Escombreras (Vidrio).....	43
Figura 17. Material vs Escombreras (Madera)	43
Figura 18. Material vs Escombreras (Agregado)	44
Figura 19. Material vs Escombreras (Papel y cartón)	44
Figura 20. Material vs Escombreras (Ladrillo)	45
Figura 21. Material vs Escombreras (Concreto)	45
Figura 22. Material vs Escombreras (Material de demolición).....	46
Figura 23. Material vs Escombreras (Tuberías)	46
Figura 24. Material vs Escombreras (Botellas Vidrio).....	47
Figura 25. Material vs Escombreras (Manguera negra)	47
Figura 26. Material vs Escombreras (Acero)	48
<u>Resultados de los residuos de construcción "Reciclables"(Intervalos de Tolerancia)</u>	
Figura 27. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)	48
Figura 28. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregado).....	49
Figura 29. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)	49
Figura 30. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillos).....	50

Figura 31. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto).....	50
Figura 32. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)	51
Figura 33. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)	51
Figura 34. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas Vidrio).....	52
Figura 35. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)	52
Figura 36. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero).....	53
<u>Resultados de los residuos de construcción "No Reciclables"(Material vs Escombreras)</u>	
Figura 37. Material vs Escombreras (Vidrio).....	53
Figura 38. Material vs Escombreras (Madera)	54
Figura 39. Material vs Escombreras (Agregado)	54
Figura 40. Material vs Escombreras (Papel y cartón)	55
Figura 41. Material vs Escombrera (Ladrillo).....	55
Figura 42. Material vs Escombreras (Cerámica).....	56
Figura 43. Material vs Escombreras (Concreto)	56
Figura 44. Material vs Escombreras (Material de Demolición)	57
Figura 45. Material vs Escombreras (Tuberías)	57
Figura 46. Material vs Escombreras (Botellas vidrio).....	58
Figura 47. Material vs Escombreras (Manguera negra)	58
Figura 48. Material vs Escombreras (Acero)	59
<u>Resultados de los residuos de construcción "No Reciclables"(Intervalos de Tolerancia)</u>	
Figura 49. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Vidrios)	59
Figura 50. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)	60
Figura 51. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)	60
Figura 52. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)	61
Figura 53. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Cerámica)	61
Figura 54. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto).....	62
Figura 55. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)	62
Figura 56. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)	63
Figura 57. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio).....	63
Figura 58. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)	64
Figura 59. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero).....	64
<u>Resultados de los residuos de construcción "Reutilizables"(Material vs Escombreras)</u>	
Figura 60. Material vs Escombrera (Vidrio)	65
Figura 61. Material vs Escombreras (Madera)	65
Figura 62. Material vs Escombreras (Agregado)	66
Figura 63. Material vs Escombreras (Papel y cartón)	66
Figura 64. Material vs Escombreras (Ladrillo)	67
Figura 65. Material vs Escombreras (Cerámica).....	67
Figura 66. Material vs Escombreras (Concreto)	68
Figura 67. Material vs Escombreras (Material de demolición).....	68
Figura 68. Material vs Escombreras (Tuberías)	69
Figura 69. Material vs Escombreras (Botellas vidrio).....	69
Figura 70. Material vs Escombreras (Manguera negra)	70

Figura 71. Material vs Escombreras (Acero)	70
---	----

Resultados de los residuos de construcción "Reutilizables"(Intervalos de Tolerancia)

Figura 72. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)	71
Figura 73. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregado).....	71
Figura 74. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)	72
Figura 75. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)	72
Figura 76. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto).....	73
Figura 77. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)	73
Figura 78. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)	74
Figura 79. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio).....	74
Figura 80. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)	75
Figura 81. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero).....	75

Resultados de los residuos de construcción "No Reutilizables"(Material vs Escombreras)

Figura 82. Material vs Escombreras (Vidrio).....	76
Figura 83. Material vs Escombreras (Madera)	76
Figura 84. Material vs Escombreras (Agregados).....	77
Figura 85. Material vs Escombreras (Papel y cartón)	77
Figura 86. Material vs Escombreras (Ladrillo)	78
Figura 87. Material vs Escombreras (Cerámica).....	78
Figura 88. Material vs Escombreras (Concreto)	79
Figura 89. Material vs Escombreras (Material de demolición).....	79
Figura 90. Material vs Escombreras (Tuberías)	80
Figura 91. Material vs Escombreras (Botellas vidrio).....	80
Figura 92. Material vs Escombreras (Manguera negra)	81
Figura 93. Material vs Escombreras (Acero)	81

Resultados de los residuos de construcción "No Reutilizables"(Intervalos de Tolerancia)

Figura 94. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)	82
Figura 95. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregados)	82
Figura 96. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)	83
Figura 97. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)	83
Figura 98. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto).....	84
Figura 99. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)	84
Figura 100. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)	85
Figura 101. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio).....	85
Figura 102. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)	86
Figura 103. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero).....	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Denominación de sitios clandestinos de residuos de construcción	11
Tabla 2. Caracterización de los Residuos Reciclables de la Construcción según su acumulación en la escombrera.....	21

Tabla 3. Caracterización de los Residuos de la Construcción No Reciclables según su mayor cantidad en la escombrera	23
Tabla 4. Caracterización de los Residuos de la Construcción Reutilizables según su mayor cantidad en la escombrera.....	25
Tabla 5. Caracterización de los Residuos de la Construcción No Reutilizables según su mayor cantidad en la escombrera	28
Tabla 6. Residuos de la construcción Reciclables - Peso Total Cuarteo Escombreras	35
Tabla 7. Residuos de la construcción No Reciclables - Peso Total Cuarteo Escombreras .	35
Tabla 8. Residuos de la construcción Reutilizables - Peso Total Cuarteo Escombreras.....	36
Tabla 9. Residuos de la construcción No Reutilizables - Peso Total Cuarteo Escombreras	36
Tabla 10. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "reciclables" localizados en la ciudad de Riobamba	37
Tabla 11. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "no reciclables" localizados en la ciudad de Riobamba	38
Tabla 12. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "reutilizables" localizados en la ciudad de Riobamba	39
Tabla 13. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "no reutilizables" localizados en la ciudad de Riobamba	40
Tabla 14. Resumen residuos de la construcción "reciclables" en kg.....	41
Tabla 15. Resumen residuos de la construcción "no reciclables" en kg.....	41
Tabla 16. Resumen residuos de la construcción "reutilizables" en kg	42
Tabla 17. Resumen residuos de la construcción "no reutilizables" en kg	42
Tabla 18. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "Reciclables"	87
Tabla 19. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "No Reciclables"	88
Tabla 20. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "Reutilizables".....	89
Tabla 21. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "No Reutilizables"	90

RESUMEN

Esta investigación es de carácter descriptivo, consta de diferentes etapas que inicia desde la revisión bibliográfica y revisión de los materiales más desalojados en las escombreras, obtención de datos y análisis de los resultados que permiten integrar a los materiales provenientes de las escombreras a un nuevo manejo de los mismos con esto nos ayuda a conservar algunos materiales no renovables. Se encontró 20 escombreras clandestinas y se tomó 8 escombreras las que tenían mayor superficie de terreno y cantidad de residuos. El objetivo principal de esta investigación fue caracterizar los residuos de la construcción generados en la ciudad de Riobamba, para lo cual se realizó el levantamiento de datos en cada una de las escombreras clandestinas seleccionadas, se caracterizó los materiales que más predominaban en dichos lugares. Los resultados de este estudio indicaron que en las escombreras clandestinas se obtuvo un porcentaje y cantidad de materiales los cuales pueden ser considerados como: residuos reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables, escogiendo los valores de los materiales caracterizados más altos según su categoría, se obtuvo los siguientes: Escombrera Licán (Material de demolición) 895.00 kg y 71.21%, Escombrera Vía a Guano (Material Ladrillo) 827.75 kg y 66.92%, Escombrera Constructora A (Material Agregado) 743.60 kg y 46.19% y Escombrera Licán (Material de Demolición) 355.70 kg y 74.93% respectivamente, con estos resultados se puede pensar en una futura utilización y posterior gestión y planificación de la recolección de los residuos de la construcción que se generan en la ciudad de Riobamba.

Palabras clave: Escombreras clandestinas, residuos de la construcción, caracterizar.

ABSTRAC

This research is descriptive, consists of different stages that starts from the literature review and the revision of the most evicted materials in the slagheaps, obtaining data and analysis of the results that allow integrating the materials from the slap heaps to a new management of them, so this helps us to conserve some non-renewable materials. We found 20 clandestine slagheaps and took 8 waste dumps with the largest area of land and amount of waste. The main objective of this research was to characterize the construction waste generated in the city of Riobamba, for which the data was collected in each of the selected clandestine slagheaps, the most predominant materials in those places were characterized. The results of this study indicated that in the clandestine waste slagheaps a percentage and quantity of materials were obtained which can be considered as: recyclable, non-recyclable, reusable and non-reusable waste, choosing the values of the highest characterized materials according to their category, The following were obtained: Licán (Demolition Material) dumpsite 895.00 kg and 71.21%, Slaughterhouse Track to Guano (Brick Material) 827.75 kg and 66.92%, Builder Scrap A (Aggregate Material) 743.60 kg and 46.19% and Licán Dump (Material from Demolition) 355.70 kg and 74.93% respectively, with these results we can think of a future use and subsequent management and planning of the collection of construction waste generated in the city of Riobamba.

Key words: clandestine slagheaps, construction waste, characterize.


Reviewed by: Marcela González R.
English Professor



1. Introducción

“Desde su existencia, el ser humano ha tenido una relación directa con su entorno: dependiendo, en gran medida de las condiciones y los recursos de este entorno y a su vez, modificándolo por las actividades, sobre él, desarrolladas” esto según (Jose, 2015).

En los últimos años, se ha presentado un incremento en la producción de residuos generados de la actividad de la construcción, la cual demanda un alto consumo de los recursos no renovables.

“Por otro lado, es cierto que, en su mayoría los Residuos de construcción y demolición son residuos inertes que no contaminan el entorno ni ponen en peligro la salud humana, pero existe una pequeña cantidad de los mismos que son capaces de contaminar suelos y acuíferos. Otro de los impactos ocasionados por los residuos de construcción y demolición deriva del desaprovechamiento de recursos lo que implica su vertido, ya que en gran medida estos residuos pueden ser reutilizables o valorizables, minimizando el consumo de recursos naturales”(Villoría Sáez, 2014).

Meneses & Pérez, (2016) “añade que las ciudades se ven muy afectadas por la contaminación medioambiental, siendo uno de los mayores inconvenientes la gestión de los residuos sólidos, y en este caso específicamente los residuos de construcción y demolición”.

Por otra parte, Acosta, (2002) dice que los residuos de la construcción y demolición producen contaminación del suelo y de aguas superficiales y subterráneas, así como la degradación de la calidad del paisaje por la ocupación del suelo por escombros, con la consecuente pérdida de la capa vegetal.

La situación es similar en algunas ciudades del Ecuador, la construcción es una de las actividades industriales esenciales para el desarrollo y progreso de las ciudades. Sin embargo, es al mismo tiempo, uno de los factores que más influyen en los impactos sobre el medio ambiente

En Ecuador, especialmente en la ciudad de Riobamba, se presenta un incremento demográfico importante, esto trae consigo el aumento de la demanda de recursos naturales, a fin de satisfacer necesidades de consumo y de infraestructura, para este último se cuenta con la generación de residuos de la construcción los cuales son desalojados en lugares no permitidos, debido a que los contratistas escogen personal independiente a la obra para el desalojo, los llamados volqueteros que se ocupan del evacuar los residuos, lo realizan en diversos sitios de la ciudad donde no existen controles que les impida realizar dicha actividad, lo que conlleva a generar serios impactos ambientales, la mayoría de los residuos son depositados en cauces de ríos, en la vereda, vías de tercer orden y en terrenos baldíos, esto sucede por falta de una buena gestión para el almacenamiento y tratamiento de los mismos.

Por lo tanto en la Ciudad de Riobamba existe un desconocimiento sobre la caracterización de los residuos de la construcción, debido a que no se puede identificar con exactitud el tipo de residuos que se producen en este tipo de actividad.

Por este motivo se plantea la posibilidad de caracterizar los residuos de la construcción, lo cual nos revela un problema, en la ciudad de Riobamba, se desconoce la caracterización de los residuos de la construcción, que son generados por los desalojos provenientes de demoliciones, construcciones, remodelaciones, entre otras obras civiles.

El objetivo principal de esta investigación es caracterizar los residuos de la construcción generados en la ciudad de Riobamba.

Para alcanzar el objetivo propuesto, es necesario clasificar los residuos de construcción en concreto, acero, madera, plásticos, entre otros.

En esta investigación nuestro propósito es determinar si: ¿Los residuos de la construcción que se generan en la ciudad de Riobamba pueden ser caracterizados en sus diferentes tipos?

Para lo cual se identificará si los residuos de la construcción que se generan son peligrosos, no peligrosos, reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables.

Se realizará la toma de datos en las ocho escombreras seleccionadas por su fácil transportación, tiempo y lugar, se deberá clasificar los residuos in situ y posteriormente se procederá a la caracterización de los mismos, se realizará una tabulación de datos con un estudio estadístico y probabilístico.

2. Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los residuos de la construcción que se generan en la Ciudad de Riobamba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las escombreras clandestinas existentes en Riobamba que generan residuos de la construcción.

Caracterizar los residuos de los construcción y clasificar a estos en peligrosos, no peligrosos, reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables.

Determinar los porcentajes de los residuos caracterizados según su clasificación.

3. Estado del arte

“Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierra y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, cerámicas, ladrillos, vidrios, plásticos, yeso, acero de refuerzo, madera, tuberías, papeles y cartones, etc” (Leandro, 2007).

De acuerdo a Agustin, (2017) considera que: “la demolición es el proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir de manera planificada un edificio o construcción en pie. La demolición también se distingue de otras acciones como el derrumbe ya que es un proceso programado y planificado”.

“Los residuos de construcción y demolición, tal y como lo denota su nombre, son los residuos generados en el sector de la construcción y/o como consecuencia de la demolición de cualquier tipo de edificación e infraestructura que hayan quedado obsoletas, dando paso a la construcción de nuevas edificaciones. Descritos como residuos especiales porque, son residuos de características muy diversas que se generan en el medio urbano y cuyas formas de recolección y tratamiento varían sustancialmente”(Meneses & Pérez, 2016).

Jhonny, (2005) & Alvarez, (2012) consideran que: “los residuos de construcción se pueden clasificar según su origen y naturaleza. Por origen, los residuos pueden generarse como consecuencia de la limpieza del terreno, por ejemplo, tocones o ramas de árboles, materiales de excavación, como residuos inertes de naturaleza pétreo, residuos de obras viales, como trozos de losas o asfalto y residuos de renovación o reparación de estructuras.

En cambio, por su naturaleza, se tienen residuos inertes, sin peligro de contaminación al agua, suelo o aire; así mismo, pueden presentarse como residuos no peligrosos; residuos domésticos y residuos especiales, tales como sustancias inflamables o tóxicas”.

De acuerdo a Xing & Isaacowitz, (2006) dice que: “la composición de los RCD, varía en función del tipo de infraestructuras de que se trate y refleja en sus componentes mayoritarios, el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar de un país a otro en función de su disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos”.

“Los residuos en la construcción son el producto de las actividades de construcción y/o demolición dentro de la industria de la construcción, se genera distintos tipos de desechos, los que deben tener un adecuado manejo y disposición” (Fernando, 2013).

De acuerdo a Ignacio, (2007) dice que: “dentro de los tipos de residuos de construcción y demolición se puede distinguir de forma general, limpios y sucios. Los limpios están compuestos por un solo elemento mayoritario (>95% en peso) y contiene un porcentaje de impurezas menor al 5%, entendiendo por impurezas residuos inertes no peligrosos, tipo plástico, maderas o elementos metálicos”.

Según Fernando, (2013) dice que los residuos producidos son fundamentalmente de naturaleza inerte y estos son generados en obras de excavación, nuevas construcciones, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, también menciona que “se consideran como desechos de construcción y demolición aquellos que se generan en proyectos de construcción y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como desechos sólidos urbanos”.

Según Fernando, (2013) dice que: “son potencialmente peligrosos los residuos que contienen sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas o que provocan reacciones nocivas en contacto con otros materiales”.

Para Leandro, (2007) “el reciclaje es el proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo. Este tipo de tratamiento podría utilizarse a los escombros para que estos sean utilizados como material base para obras secundarias”.

De acuerdo a Agustín, (2017) considera que: “El reciclaje en la industria de la construcción civil consiste en introducir un residuo en su ciclo de producción en sustitución total o parcial de una materia prima. El reciclaje de RCD trae beneficios económicos y ambientales para las ciudades en que se implanta”.

Según Aguilar, (1997) dice que: “Los materiales reciclables están constituidos por metales (férreos y no férreos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que pueden recuperarse libre de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo”.

Según Cesar, (2017) dice que: “El reciclar es el proceso mediante el cual se transforman los residuos sólidos recuperados en materia prima para la elaboración de nuevos productos. El reciclaje de los desechos es un proceso que debe tener en cuenta; clasificar los componentes inorgánicos en papel, cartón, plástico, vidrio y metales, por último procesar cada material de desecho con un tratamiento adecuado”.

Según Aguilar, (1997) “dice que los materiales reutilizables están constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas, piezas de fábricas

(ladrillo, bloque, mampostería), tejas y tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de impurezas, pueden ser directamente utilizadas como material de relleno”.

“Los residuos inertes pueden ser reutilizados en la propia obra o reciclados en centrales recicladoras de agregados mediante un sencillo proceso mecánico de machaqueo” (Fernando, 2013).

Según Rosendo, (2015) dice que: “la reutilización consiste en la utilización reiterada de objetos o sustancias para un mismo uso inicial. Por lo tanto se hace innecesario el consumo de nuevas materias primas, a la vez que se reduce la generación de residuos. La reutilización es una opción deseable desde el punto de vista medio ambiental”.

Para Leandro, (2007) “la recuperación es la actividad relacionada con la obtención de materias secundarias normalmente consiste en retirar de los residuos sólidos algunos de sus componentes para su reciclaje o reusó”.

Para Leandro, (2007) “el reusó es el entorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual a como se utilizó antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza”.

Según Hernan, (1999) dice que: “la segregación o separación, es una actividad fundamental en la gestión de residuos, este procedimiento debe facilitarse desde el origen o fuente de generación del residuo de la construcción, debe ser realizada considerando la posibilidad de reciclaje del material”.

De Acuerdo a Martel, (2008) dice que: “La caracterización es el proceso mediante el cual se procede a la identificación de los materiales que conforman los residuos de la construcción y demolición”.

“La caracterización de los residuos es el procedimiento que permite identificar y estimar ciertos valores como el volumen, el peso o las proporciones de los residuos de construcción. De ese modo, la caracterización de residuos es un proceso que incluye acciones y una metodología destinados a recolectar información, ello, con el fin de determinar las cantidades de los residuos, cómo están compuestos éstos y cuáles son sus propiedades en determinados escenarios” (Gallardo, 2009).

Según Mercante, (2016) dice que: “para la caracterización se debe conocer dos características importantes del flujo de ResCon los cuales son la composición y cantidad, ambos elementos son esenciales pues ejercen un impacto directo sobre la valorización y elección de las diferentes técnicas de tratamiento y evacuación”.

De acuerdo a Acosta, (2002) dice que: para lograr la caracterización de los residuos se debe identificar y tipificar los posibles desechos que se generarán, cuantificarlos y conocer su origen, también dice que el producto de una investigación de este tipo ayudaría a los profesionales a realizar la caracterización de los residuos de construcción y demolición desde el mismo proyecto.

4. Metodología

La presente investigación se trata de un estudio descriptivo. A continuación se muestra de manera resumida el diagrama de proceso que se siguió para llevar a cabo la caracterización de los residuos de la construcción generados en la Ciudad de Riobamba:

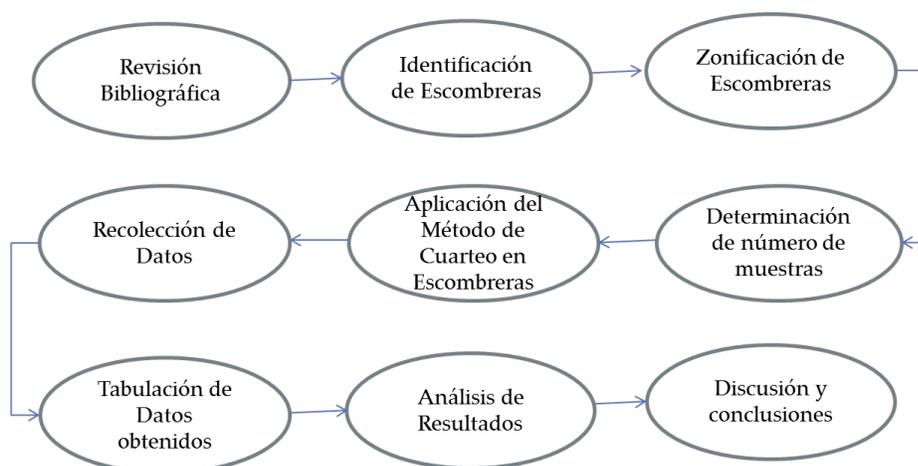


Figura 1. Diagrama de proceso seguido
Fuente: Villagómez, J, López, O

En primer lugar, para la revisión bibliográfica se recogió información relevante al problema de caracterización de los residuos de la construcción localizados en escombreras clandestinas, mediante buscadores: Scopus, ProQuest, ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles) y buscadores web como Google académico.

En segundo lugar, se identificaron las escombreras existentes en la ciudad de Riobamba, tomando en cuenta que estas se encontraron en terrenos o botaderos clandestinos sin permisos municipales.

En tercer lugar, se realizó la zonificación de cada una de las escombreras permitiendo la ubicación de estas en los cuatro puntos cardinales (Norte – Sur – Este y Oeste), con el fin de delimitarlas gráficamente con fines de una futura planificación.

En cuarto lugar, se escogió como muestra a 8 escombreras clandestinas localizadas en los alrededores de la ciudad, mismas que fueron elegidas mediante un proceso de muestreo por selección bajo dos parámetros: superficie del terreno, cantidad de residuos.

Localización de las 8 escombreras clandestinas (Figura 2).

Tabla 1. Denominación de sitios clandestinos de residuos de construcción

Código	Nombre
Esc 1	La Politécnica
Esc 2	Licán
Esc 3	Norte 1
Esc 4	Norte 2
Esc 5	Guano
Esc 6	Constructora A
Esc 7	Veranillo 1
Esc 8	Veranillo 2

Fuente: Tomado de: (Santiago & Katherin, 2018)

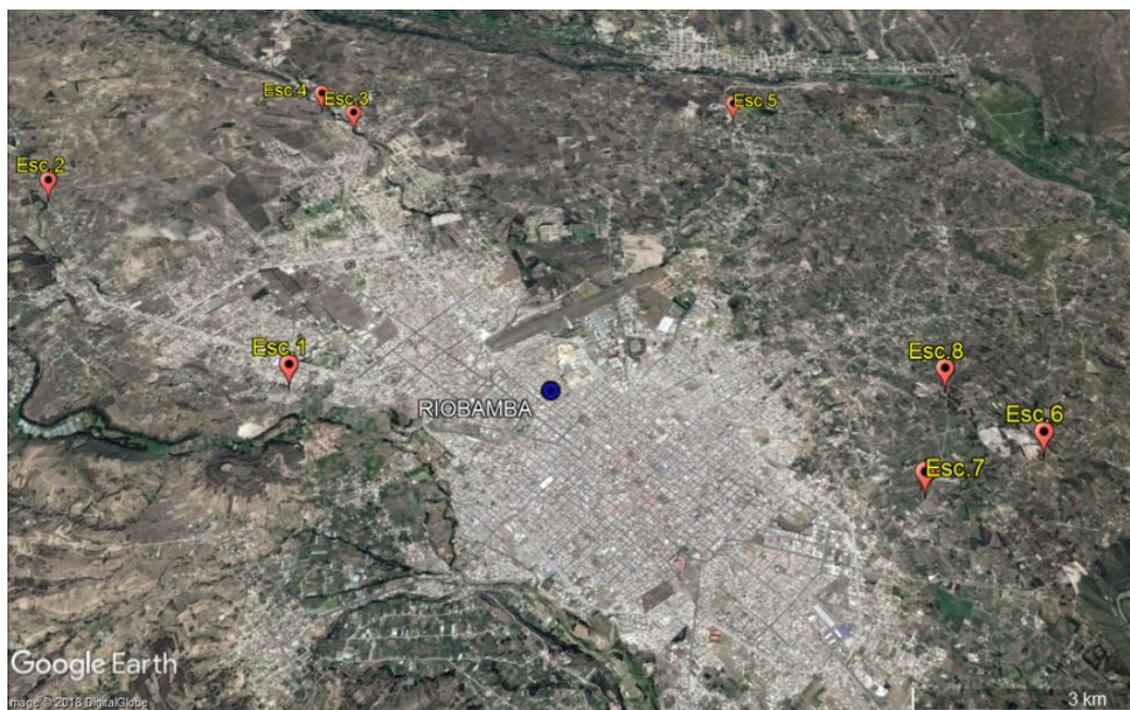


Figura 2. Localización de escombreras clandestinas en la ciudad de Riobamba
Fuente: Tomado de: (Santiago & Katherin, 2018)

En quinto lugar, en cada una de las escombreras clandestinas seleccionadas se realizó el método del cuarteo que consiste en: La escombrera se divide en cuatro partes y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados de las figuras que se muestran a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra representativa de residuos, en nuestro caso obtuvimos las cantidades para cada una de las escombreras las cuales se muestran en el “Véase **Anexo 1: Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9**”.

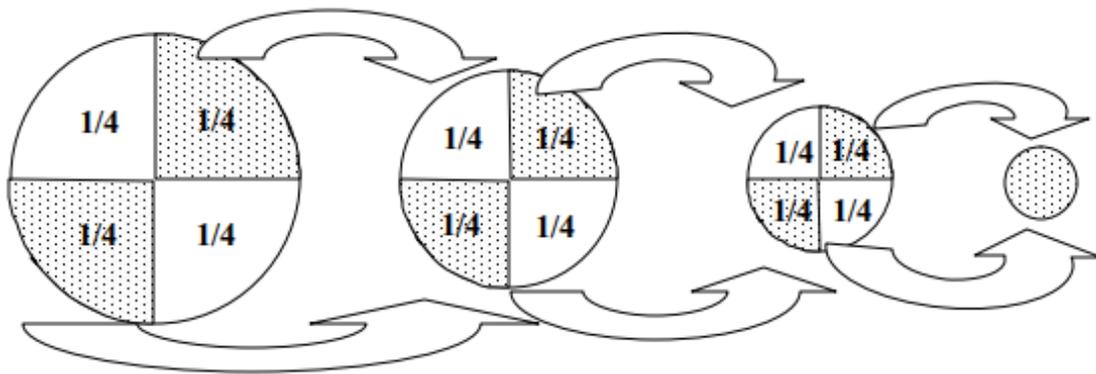


Figura 3. Método de Cuarteo
Fuente: Villagómez, J, López. O

A continuación, se muestra los 8 sitios seleccionados que fueron motivo de evaluación.



Figura 4. Aplicación método cuarteo Escombrera 1
Fuente: Villagómez. J, López. O.



Figura 5. Aplicación método cuarteo Escombrera 2
Fuente: Villagómez. J, López. O.

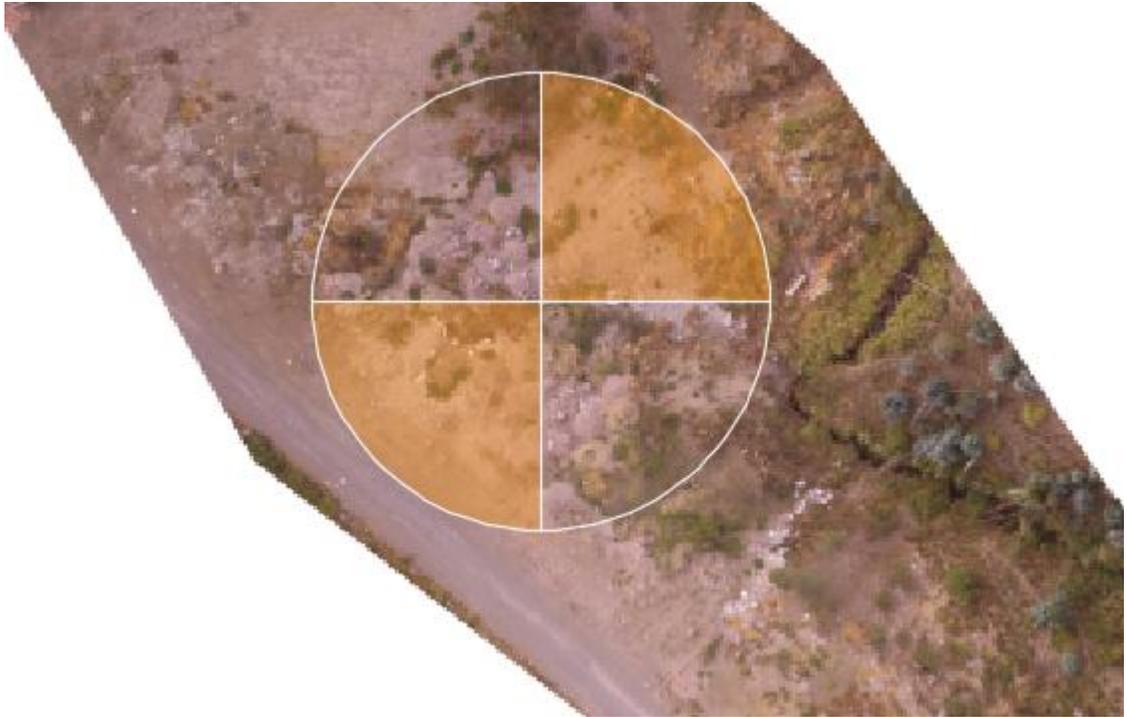


Figura 6. Aplicación método cuarteo Escombrera 3
Fuente: Villagómez, J, López, O.



Figura 7. Aplicación método cuarteo Escombrera 4
Fuente: Villagómez, J, López, O.



Figura 8. Aplicación método cuarteo Escombrera 5
Fuente: Villagómez. J, López. O



Figura 9. Aplicación método cuarteo Escombrera 6
Fuente: Villagómez. J, López. O.

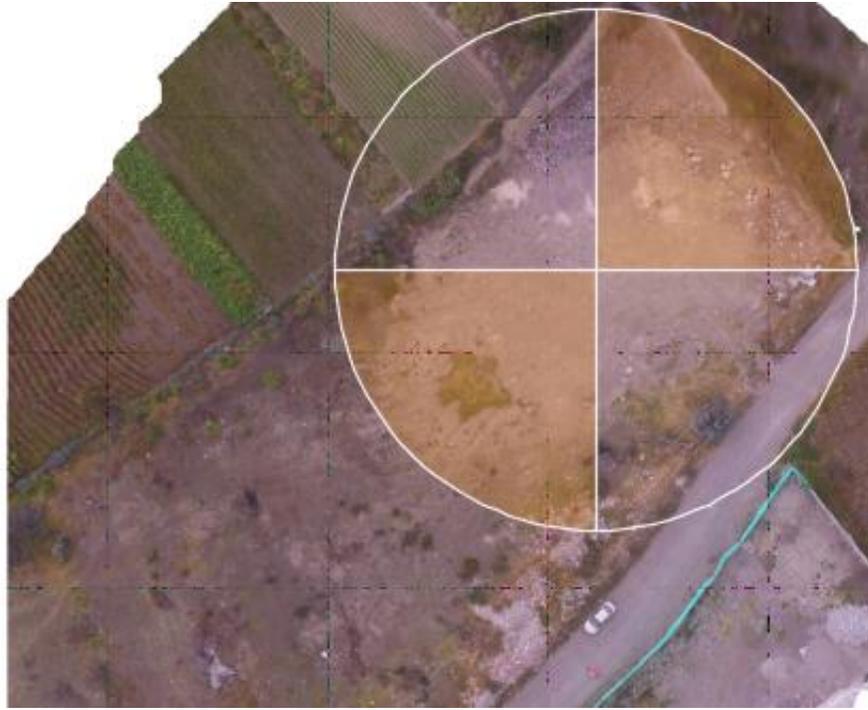


Figura 10. Aplicación método cuarteo Escombrera 7
Fuente: Villagómez, J, López, O.



Figura 11. Aplicación método cuarteo Escombrera 8
Fuente: Villagómez, J, López, O.

En sexto lugar, se realizó la recolección de datos acudiendo a cada una de las escombreras clandestinas seleccionadas por un lapso de cinco semanas, para poder realizar el proceso de caracterización se procedió a separar los residuos encontrados en cada una de las escombreras (vidrios, madera, ladrillos, escombros, piedras, baldosas, etc). Realizado esta separación se procedió a su respectiva toma de pesajes y registro de datos en: peligrosos, no peligrosos, reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables. “Véase **Anexo 2: Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13**”

Una vez obtenida la información del registro de datos mencionado anteriormente, se realizó con ellos unas tablas de resumen de cada clasificación, “Véase **Anexo 3: Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17**”, esto para el mejor almacenamiento, procesamiento y análisis de datos mediante el uso del software Microsoft Excel y software Minitab, en el cual se registró todos los datos para realizar el estudio estadístico.

Método de intervalos de tolerancia (Distribución Normal)

Los intervalos de tolerancia son un rango de valores para una característica de calidad específica de un producto que probablemente abarque un porcentaje especificado de los productos fabricados en el futuro. Utilice el intervalo de tolerancia del método normal si usted puede suponer sin riesgo que su muestra proviene de una población distribuida normalmente.

Si los datos siguen una distribución normal, entonces el método normal es más preciso y económico que el método no paramétrico. El método normal permite alcanzar márgenes de error más pequeños con menos observaciones.

El método normal no es robusto ante las desviaciones severas de la normalidad. Si tiene dudas sobre la distribución original o sabe que la distribución original no es normal, entonces se debe utilizar el método no paramétrico (soporte minitab 18, 2018)

Método no paramétrico

Los intervalos de tolerancia son un rango de valores para una característica de calidad específica de un producto que probablemente abarque un porcentaje mínimo especificado de los productos fabricados en la actualidad o en el futuro. Si usted no puede presuponer de manera segura que la muestra proviene de una distribución paramétrica que está en Minitab, debe utilizar el intervalo de tolerancia del método no paramétrico.

El método no paramétrico solo requiere que los datos sean continuos. Sin embargo, el método no paramétrico requiere tamaños de muestra más grandes para que los resultados sean exactos. Si el tamaño de la muestra no es lo suficientemente grande, el intervalo no paramétrico es un intervalo no informativo que va desde el infinito negativo al infinito. En ese caso, Minitab muestra un intervalo finito de acuerdo con el rango de los datos. Como resultado, el nivel de confianza alcanzado es mucho menor que el nivel de confianza objetivo. (soporte minitab 18, 2018) “Véase **Anexo 4 – Anexo 5 – Anexo 6 – Anexo 7 – Anexo 8 – Anexo 9 – Anexo 10 y Anexo 11**”

La hipótesis que queremos verificar se llama hipótesis nula, denotada por H_0 , en varios casos, la hipótesis nula será de la forma siguiente:

$$p = \alpha, p \leq \alpha \text{ y } p \geq \alpha,$$

Donde p es un parámetro de proporcionalidad y α es un valor que deseamos verificar si es coherente con la muestra; Cuando la muestra es coherente con la hipótesis nula, se dice que la hipótesis se acepta y de otra manera, se dice que se rechaza.

Aceptar una hipótesis no significa que es verdadera, pero que no es incoherente con los datos de la muestra. Rechazar una hipótesis significa que los datos parecen incompatibles con esta hipótesis. (Blondin Masse, 2015)

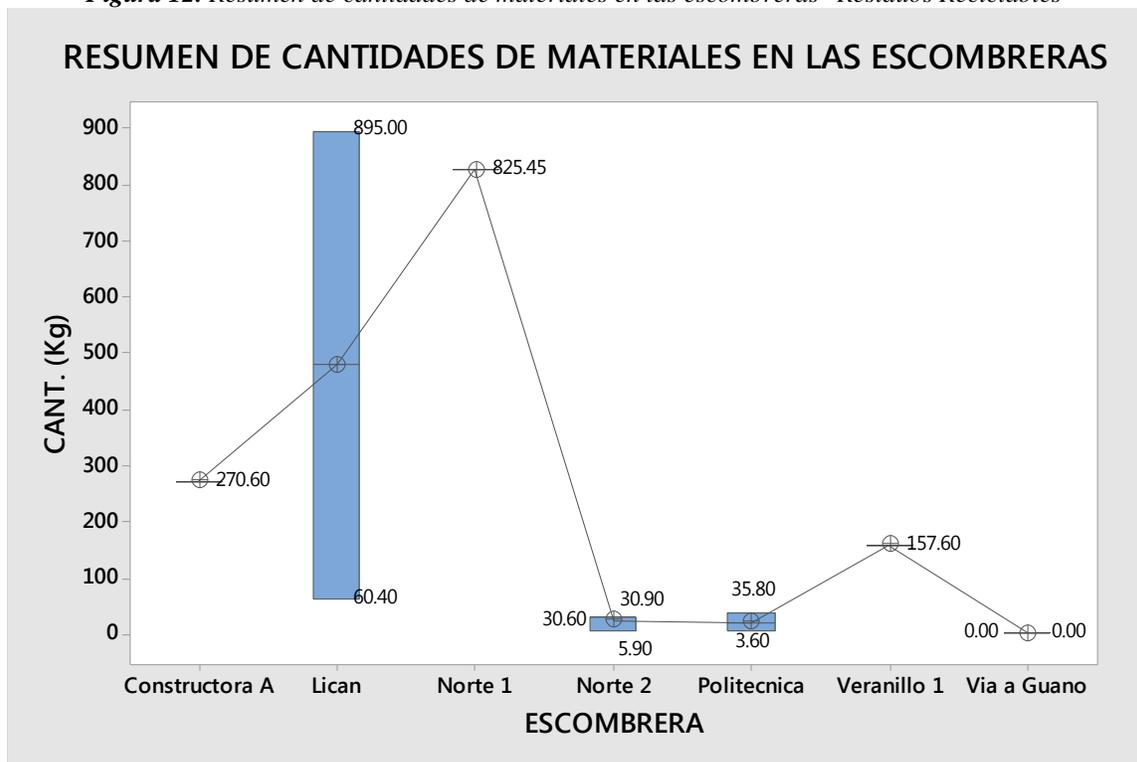
Se finalizó con los resultados obtenidos y discusión de los mismos, llegando así a las respectivas conclusiones de este estudio.

5. Resultados y Discusión

Basados en el análisis descrito en la metodología utilizada para la caracterización de los residuos de la construcción, los resultados se presentan a continuación.

5.1. Caracterización de los Residuos de la Construcción

Figura 12. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos Reciclables"



Fuente: Villagómez, J, López, O

En la Figura 12, se puede observar el resumen de la cantidad de materiales existente en cada una de las escombreras respecto a los Residuos de la Construcción Reciclables, no se le tomo en cuenta a la Escombrera Veranillo 2, ya que en esta no se pudo encontrar material que pueda ser considerado como reciclable, los otros materiales de las otras escombreras fueron caracterizados en la Tabla 2 que se encuentra a continuación.

Tabla 2.Caracterización de los Residuos Reciclables de la Construcción según su acumulación en la escombrera

ESCOMBRERA	MATERIAL	CANT. (kg)	% ACUMULADO	P > α	OBSERVACIONES
Vía a guano	Vidrio	0.00	0.00%	0.000 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Veranillo 1	Madera	157.60	23.88%	0.026 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 1	Agregado	825.45	60.21%	0.097 > 0.050	Hipótesis aceptada
Norte 2	Papel y Cartón	30.90	2.02%	0.060 > 0.050	Hipótesis aceptada
Norte 2	Ladrillo	30.60	2.00%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Cerámica	0.00	0.00%	0.000 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Constructora A	Concreto	270.60	12.69%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Material de Demolición	895.00	71.21%	0.514 > 0.050	Hipótesis aceptada
Politécnica	Tuberías	3.60	2.40%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Politécnica	Botellas vidrio	35.80	23.85%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Manguera negra	5.90	0.39%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Acero	60.40	4.81%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis

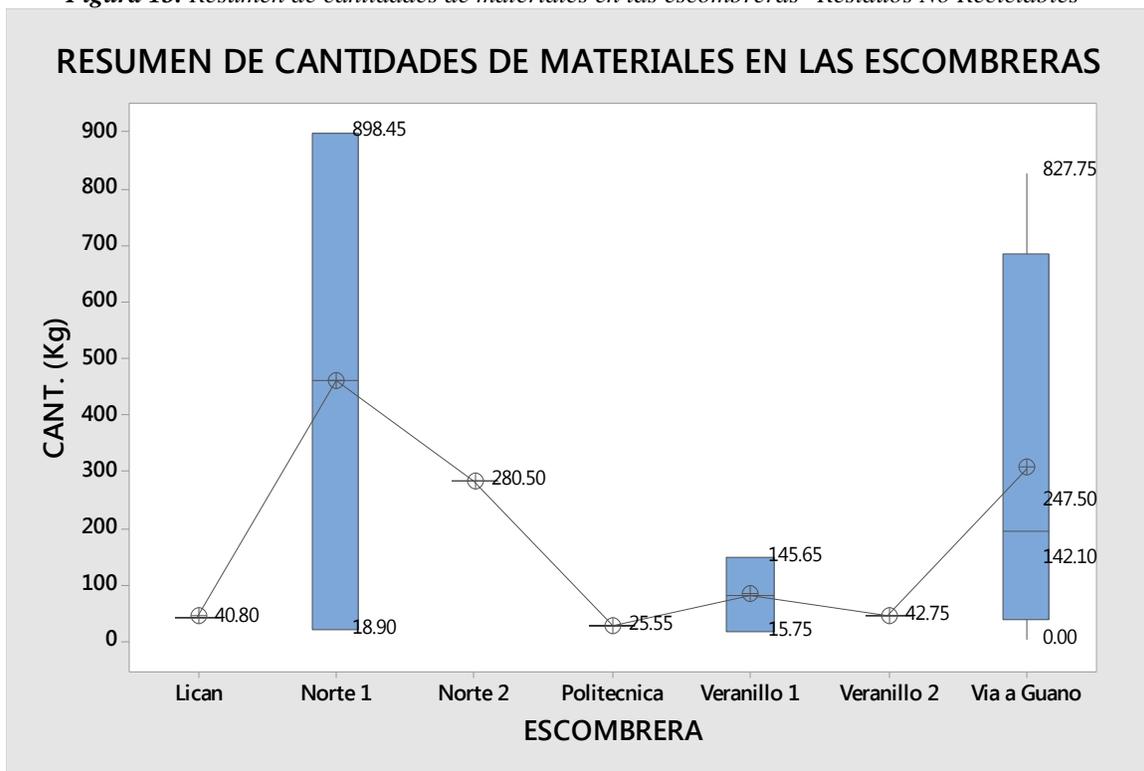
Fuente: Villagómez, J, López, O

Realizada la caracterización de los Residuos de la Construcción Reciclables que se muestra en la Tabla 14 (Anexo 3). A continuación, se indican los resultados de la caracterización de los residuos con mayor acumulación en cada una de las escombreras clandestinas, como se puede observar en la Tabla 2, se les dio una clasificación a los residuos encontrados en: Vidrio, Madera, Agregado, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Material de demolición, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, tomando de la Tabla 14 (Anexo 3) la escombrera que contiene la mayor acumulación del material (vidrio, madera, agregado, etc.), representados en la Tabla 2 según su peso y porcentaje de acumulación dándonos como resultado que los materiales: Vidrio, Madera, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, luego de realizado el método estadístico se obtuvo como resultado que se rechaza la hipótesis porque los datos no siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es menor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Constructora A, material Concreto contiene un peso de 270.60 kg y un porcentaje acumulado en dicha

escombrera de 12.69%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.005$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que se rechaza la hipótesis.

Posteriormente se observa en la Tabla 2 los materiales: Agregado, Papel y cartón y Material de Demolición consiguiendo que la hipótesis sea aceptada porque los datos siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es mayor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Licán, Material de Demolición con un peso de 895.00 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 71.21 %, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.514$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que la hipótesis es aceptada, denominándoles posibles residuos de la construcción reciclables.

Figura 13. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos No Reciclables"



Fuente: Villagómez, J, López, O

En la Figura 13 se puede observar el resumen de la cantidad de materiales existente en cada una de las escombreras respecto a los Residuos de la Construcción No Reciclables, no se le tomo en cuenta a la Escombrera Constructora A, ya que en esta no se pudo encontrar material que pueda ser considerado como no reciclable, los otros materiales de las otras escombreras fueron caracterizados en la Tabla 3 que se encuentra a continuación.

Tabla 3. Caracterización de los Residuos de la Construcción No Reciclables según su mayor cantidad en la escombrera

ESCOMBRERA	MATERIAL	CANT. (kg)	% ACUMULADO	P	>	α	OBSERVACIONES
Politécnica	Vidrio	25.55	2.63%	0.593	>	0.050	Hipótesis aceptada
Vía a guano	Madera	247.50	20.01%	0.468	>	0.050	Hipótesis aceptada
Vía a guano	Agregado	0.00	0.00%	0.000	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Papel y Cartón	40.80	6.58%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Ladrillo	827.75	66.92%	0.349	>	0.050	Hipótesis aceptada
Vía a guano	Cerámica	142.10	11.49%	0.348	>	0.050	Hipótesis aceptada
Norte 1	Concreto	898.45	49.51%	0.023	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Material de Demolición	280.50	20.67%	0.033	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 1	Tuberías	18.90	1.04%	0.063	>	0.050	Hipótesis aceptada
Veranillo 2	Botellas vidrio	42.75	4.56%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Veranillo 1	Manguera negra	15.75	2.29%	0.583	>	0.050	Hipótesis aceptada
Veranillo 1	Acero	145.65	21.17%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis

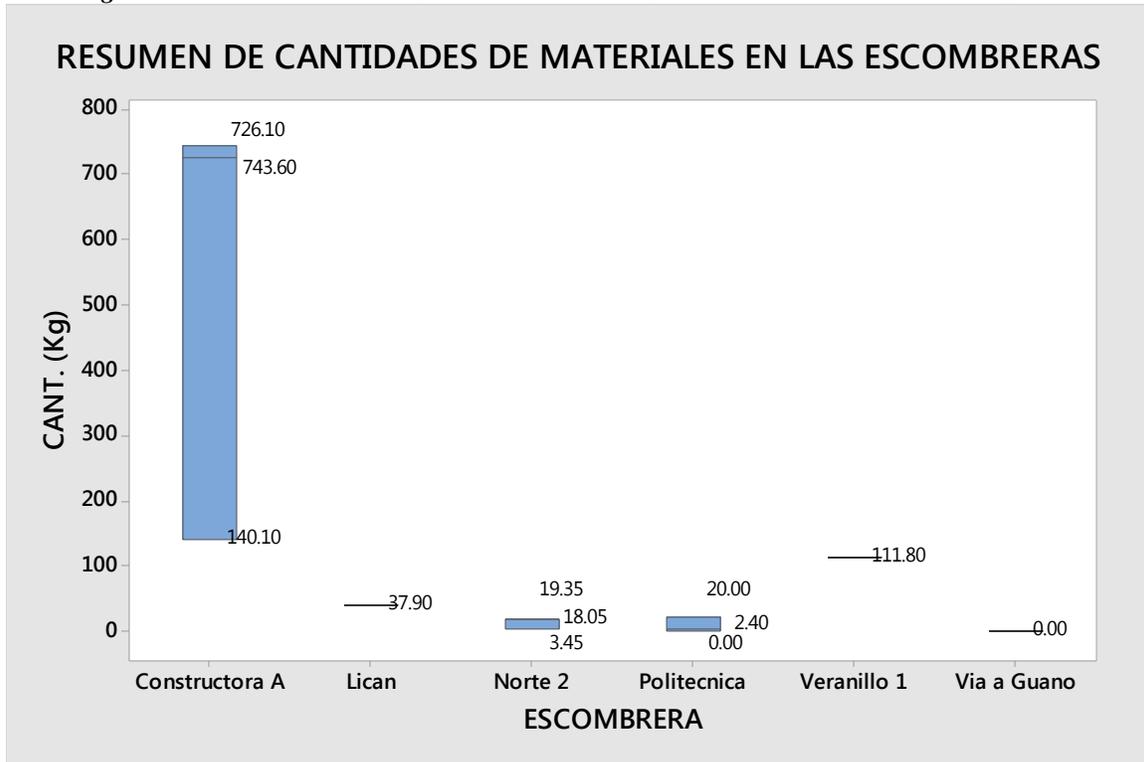
Fuente: Villagómez, J, López, O

Realizada la caracterización de los Residuos de la Construcción No Reciclables que se muestra en la Tabla 15 (Anexo 3). A continuación, se indican los resultados de la caracterización de los residuos con mayor acumulación en cada una de las escombreras clandestinas, como se puede observar en la Tabla 3, se les dio una clasificación a los residuos encontrados en: Vidrio, Madera, Agregado, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Material de demolición, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, tomando de la Tabla 15 (Anexo 3) la escombrera que contiene la mayor acumulación del material (vidrio, madera, agregado, etc.), representados en la Tabla 3 según su peso y porcentaje de acumulación dándonos como resultado que los materiales: Agregado, Papel y cartón,

Concreto, Material de demolición, Botella vidrio y Acero, luego de realizado el método estadístico se obtuvo como resultado que se rechaza la hipótesis porque los datos no siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es menor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Norte 1, material Concreto contiene un peso de 898.45 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 49.51%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.023$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que se rechaza la hipótesis.

Posteriormente se observa en la Tabla 3 los materiales: Vidrio, Madera, Ladrillo, Cerámica, Tuberías y Manguera negra consiguiendo que la hipótesis sea aceptada porque los datos siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es mayor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Vía a guano, material Ladrillo con un peso de 827.75 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 66.92%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.349$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que la hipótesis es aceptada, denominándoles posibles residuos de la construcción no reciclables.

Figura 14. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos Reutilizables"



Fuente: Villagómez, J, López, O

En la Figura 14 se puede observar el resumen de la cantidad de materiales existente en cada una de las escombreras respecto a los Residuos de la Construcción Reutilizables, no se le tomo en cuenta a la Escombrera Norte 1 y Veranillo 2, ya que en estas no se pudo encontrar materiales que puedan ser considerados como reutilizables, los otros materiales de las otras escombreras fueron caracterizados en la Tabla 4 que se encuentra a continuación.

Tabla 4. Caracterización de los Residuos de la Construcción Reutilizables según su mayor cantidad en la escombrera

ESCOMBRERA	MATERIAL	CANT. (kg)	% ACUMULADO	P	>	α	OBSERVACIONES
Politécnica	Vidrio	0.00	0.00%	0.000	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Veranillo 1	Madera	111.80	27.91%	0.062	>	0.050	Hipótesis aceptada
Constructora A	Agregado	743.60	46.19%	0.092	>	0.050	Hipótesis aceptada
Norte 2	Papel y Cartón	19.35	1.70%	0.037	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Ladrillo	18.05	1.58%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Cerámica	0.00	0.00%	0.000	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Constructora A	Concreto	140.10	8.70%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Constructora A	Material de Demolición	726.10	45.10%	0.947	>	0.050	Hipótesis aceptada
Politécnica	Tuberías	2.40	2.33%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis

Politécnica	Botellas vidrio	20.00	19.43%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Manguera negra	3.45	0.30%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Acero	37.90	4.85%	0.005 > 0.050	Se rechaza la hipótesis

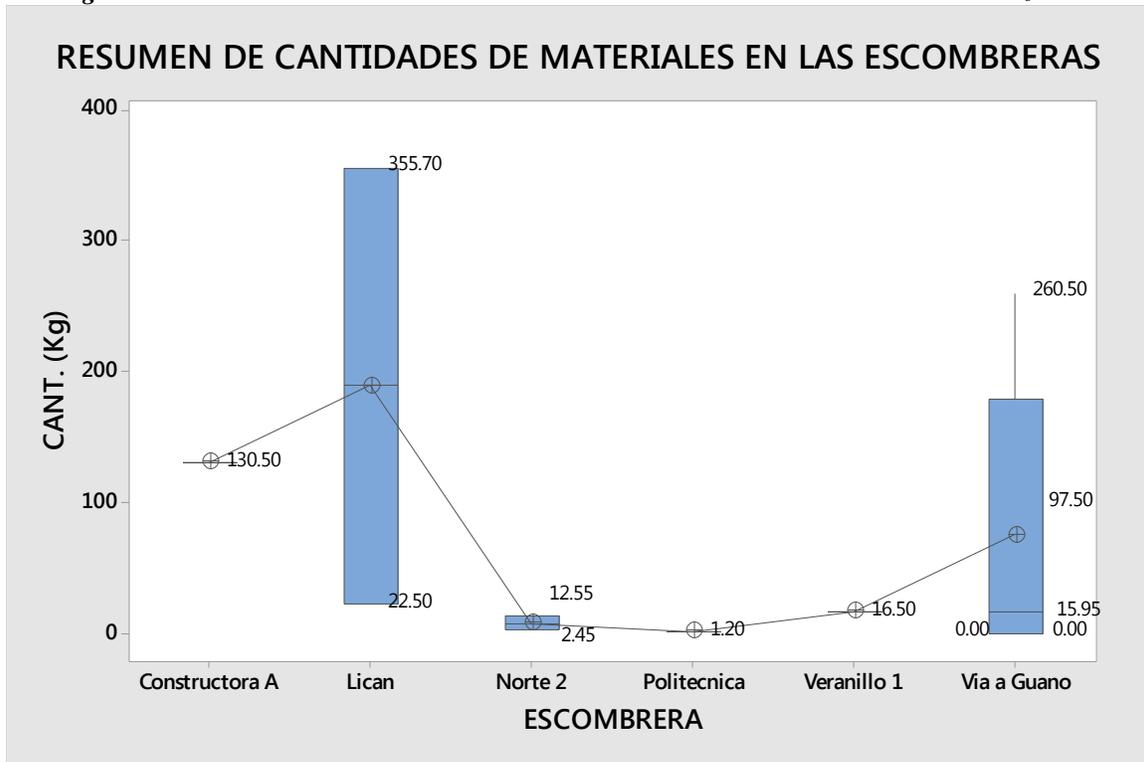
Fuente: Villagómez, J, López, O

Realizada la caracterización de los Residuos de la Construcción Reutilizables que se muestra en la Tabla 16 (Anexo 3). A continuación, se indican los resultados de la caracterización de los residuos con mayor acumulación en cada una de las escombreras clandestinas, como se puede observar en la Tabla 4, se les dio una clasificación a los residuos encontrados en: Vidrio, Madera, Agregado, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Material de demolición, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, tomando de la Tabla 16 (Anexo 3) la escombrera que contiene la mayor acumulación del material (vidrio, madera, agregado, etc.), representados en la Tabla 4 según su peso y porcentaje de acumulación dándonos como resultado que los materiales: Vidrio, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, luego de realizado el método estadístico se obtuvo como resultado que se rechaza la hipótesis porque los datos no siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es menor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Constructora A, material Concreto contiene un peso de 140.10 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 8.70%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.005$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que se rechaza la hipótesis.

Posteriormente se observa en la Tabla 4 los materiales: Madera, Agregado y Material de demolición consiguiendo que la hipótesis sea aceptada porque los datos siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es mayor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Constructora A, material

Agregado con un peso de 743.60 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 46.19%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.092$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que la hipótesis es aceptada, denominándoles posibles residuos de la construcción reutilizables.

Figura 15. Resumen de cantidades de materiales en las escombreras "Residuos No Reutilizables"



Fuente: Villagómez, J, López, O

En la Figura 15 se puede observar el resumen de la cantidad de materiales existente en cada una de las escombreras respecto a los Residuos de la Construcción Reutilizables, no se le tomo en cuenta a la Escombrera Norte 1 y Veranillo 2, ya que en estas no se pudo encontrar materiales que puedan ser considerados como no reutilizables, los otros materiales de las otras escombreras fueron caracterizados en la Tabla 5 que se encuentra a continuación.

Tabla 5. Caracterización de los Residuos de la Construcción No Reutilizables según su mayor cantidad en la escombrera

ESCOMBRERA	MATERIAL	CANT. (kg)	% ACUMULADO	P	>	α	OBSERVACIONES
Vía a guano	Vidrio	0.00	0.00%	0.000	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Madera	97.50	15.14%	0.026	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Agregado	260.50	40.45%	0.118	>	0.050	Hipótesis aceptada
Vía a guano	Papel y Cartón	15.95	2.48%	0.016	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Ladrillo	12.55	3.23%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Vía a guano	Cerámica	0.00	0.00%	0.000	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Constructora A	Concreto	130.50	24.99%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Material de Demolición	355.70	74.93%	0.574	>	0.050	Hipótesis aceptada
Politécnica	Tuberías	1.20	2.55%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Veranillo 1	Botellas vidrio	16.50	6.36%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Norte 2	Manguera negra	2.45	0.63%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis
Licán	Acero	22.50	4.74%	0.005	>	0.050	Se rechaza la hipótesis

Fuente: Villagómez, J, López, O

Realizada la caracterización de los Residuos de la Construcción No Reutilizables que se muestra en la Tabla 17 (Anexo 3). A continuación, se indican los resultados de la caracterización de los residuos con mayor acumulación en cada una de las escombreras clandestinas, como se puede observar en la Tabla 5, se les dio una clasificación a los residuos encontrados en: Vidrio, Madera, Agregado, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Material de demolición, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, tomando de la Tabla 17 (Anexo 3) la escombrera que contiene la mayor acumulación del material (vidrio, madera, agregado, etc.), representados en la Tabla 5 según su peso y porcentaje de acumulación dándonos como resultado que los materiales: Vidrio, Madera, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Tuberías, Botellas vidrio, Manguera negra y Acero, luego de realizado el método estadístico se obtuvo como resultado que se rechaza la hipótesis porque los datos no siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es menor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Constructora A, material Concreto contiene un peso de 130.50 kg y un

porcentaje acumulado en dicha escombrera de 24.99%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.005$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que se rechaza la hipótesis.

Posteriormente se observa en la Tabla 5 los materiales: Agregado y Material de demolición consiguiendo que la hipótesis sea aceptada porque los datos siguen una distribución normal, por ende el valor de P de dichos materiales anteriormente mencionados es mayor al valor de α , por ejemplo en la escombrera denominada Licán, Material de demolición con un peso de 355.70 kg y un porcentaje acumulado en dicha escombrera de 74.93%, dándonos en la prueba de normalidad un valor de $P = 0.574$ y $\alpha = 0.05$, lo cual nos indica que la hipótesis es aceptada, denominándoles posibles residuos de la construcción no reutilizables.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

En la ciudad de Riobamba se identificó 8 escombreras clandestinas con mayor volumen de residuos de la construcción las cuales fueron: Al Norte (Licán, Norte 1 y Norte 2), Al Sur (Constructora A, Veranillo 1 y Veranillo 2), Al Este (Vía a Guano) y al Oeste (La Politécnica) “Véase **Figura 2**”, donde se pudo identificar varios tipos de materiales como: Vidrio, Madera, Agregado, Papel y cartón, Ladrillo, Cerámica, Concreto, Material de demolición, Tuberías, Botellas Vidrio, Manguera negra y Acero, los cuales se pudieron caracterizar.

Realizada la caracterización de los materiales en cada una de las Escombreras y escogiendo el valor más alto de la prueba estadística en este caso los materiales que fueron aceptados la hipótesis, se obtuvo como resultado que: la escombrera Licán contiene mayor cantidad de residuos reciclables con un valor de 895.00 kg provenientes de Material de demolición, en la escombrera Vía a Guano se caracterizó la cantidad de 827.75 kg resultantes de residuos no reciclables proveniente del material Ladrillo, en la escombrera Constructora A se caracterizó la cantidad de 743.60 kg resultantes de residuos reutilizables proveniente del material Agregado, y por último en la escombrera Licán se caracterizó la cantidad de 355.70 kg resultantes de residuos no reutilizables, provenientes de Material de demolición. “Véase **Tabla 2 – Tabla 3 – Tabla 4 y Tabla 5**”

Terminado el proceso de caracterización de los residuos de la construcción se pudo determinar el valor del porcentaje del material con más cantidad en cada una de las escombreras dependiendo de su clasificación, escogiendo el valor más alto de la prueba estadística en este caso los materiales que fueron aceptados la hipótesis, obteniendo lo

siguiente: en la escombrera Licán se obtuvo un 71.21% de Material de demolición, proveniente de residuos reciclables, la escombrera Vía a Guano obtuvo 66.92% de residuos no reciclables proveniente de material Ladrillo, la escombrera Constructora A obtuvo un 46.19 % de residuos reutilizables proveniente de material Agregado y por último la escombrera Licán obtuvo un 74.93% de residuos no reutilizables proveniente de Material de demolición. "Véase **Tabla 2 – Tabla 3 – Tabla 4 y Tabla 5**"

6.2 Recomendaciones

Considerando los volúmenes y pesos de los residuos de la construcción generados en la ciudad de Riobamba de acuerdo a la caracterización realizada en las escombreras, dicha investigación nos ayudará a disminuir la explotación de los residuos no renovables y posteriormente realizar un plan de gestión de los residuos de la construcción en la ciudad, para lo cual se deberá tomar algunos parámetros para su respectiva planificación que deberá incluir el almacenamiento, transporte y distribución con sus respectivos permisos.

7. Bibliografía

- Aguilar, A. (1997). Reciclado de materiales de construcción. *14 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, 1–11.
- Agustin, A. R. V. J. (2017). Universidad Técnica De Machala, 19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002441>
- Alvarez, S. G. (2012). Residuos de la Construcción, 25–27.
- Blondin Masse, A. (2015). Modelado de sistemas aleatorios Ingeniería de sistemas, producción y ambiental. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 1.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v63i3.19892>
- Cesar, C. M. (2017). GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS SOLIDOS PARA LA CIUDAD DE CHILETE - CAJAMARCA.
- Fernando, I. Q. G. (2013). GUIA PARA LA IDENTIFICACION Y EL MANEJO ADECUADO DE DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION.
- Gallardo, J. R. (2009). *Análisis corporativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. Merida, Venezuela. Merida.*
- Hernan, D. de la F. (1999). Gestion de los Residuos Solidos de la Construcccion.
<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/interval-plot/create-the-graph/select-an-interval-plot/?SID=70216>

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/tolerance-intervals-normal-distribution/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/>

Ignacio, T. J. (2007). GESTION DE RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICIONES. ARIDOS RECICLADOS, 59(June), 86–87.

<https://doi.org/10.1063/1.166141>

Jhonny, C. C. (2005). CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION. *CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION*, 2, 2.

Jose, P. A. J. (2015). MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DE EDIFICACIONES, 1–16.

Leandro, A. (2007). ADMINISTRACION Y MANEJO DE LOS DESECHOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION.

Martel, G. (2008). Caracterización de Residuos de la Construcción y Demolición de Edificaciones para su aprovechamiento.

Meneses, R. V., & Pérez, M. L. (2016). Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba Characterization Study and Proposals Revaluation of Construction and Demolition Waste in the City of Cochabamba. *Scielo*, 7, 399–429.

Mercante, I. T. (2016). Caracterización de residuos de la construcción . Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental, *XI*, 86–109.

Acosta. (2002). artículos, 18, 49–68.

Rosendo, W. C. (2015). Caracterización de residuos sólidos para elaborar un plan de manejo ambiental en la parroquia de Sevilla Don Bosco.

Santiago, B., & Katherin, C. (2018). VOLUMEN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN GENERADOS EN LAS CIUDAD DE RIOBAMBA. *Motivation and Emotion*, 1(1), 1–54.

Villoria Sáez, P. (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial . Buenas prácticas en la ejecución de obra*. Universidad Politécnica de Madrid.

Xing, C., & Isaacowitz, D. M. (2006). MASTER EN INGENIERIA AMBIENTAL 2006-07. *Motivation and Emotion*, 30(3), 243–250.

8. Anexos

Anexo 1. Tablas de Peso Total Método Cuarteo en cada una de las Escombreras clandestinas.

Tabla 6. Residuos de la construcción Reciclables - Peso Total Cuarteo Escombreras

ESCOMBRERA	PESO TOTAL CUARTEO (kg)
Vía a Guano	1668.2
Politécnica	150.1
Licán	1256.8
Norte 1	1371.05
Norte 2	1528.6
Constructora A	2132
Veranillo 1	659.85
Veranillo 2	685.45
Total:	9452.05

Fuente: Villagómez. J, López. O

Tabla 7. Residuos de la construcción No Reciclables - Peso Total Cuarteo Escombreras

ESCOMBRERA	PESO TOTAL CUARTEO (kg)
Vía a Guano	1236.85
Politécnica	970.7
Licán	619.7
Norte 1	1814.75
Norte 2	1357.05
Constructora A	981.3
Veranillo 1	688.1
Veranillo 2	938.25
Total:	8606.7

Fuente: Villagómez. J, López. O

Tabla 8. Residuos de la construcción Reutilizables - Peso Total Cuarteo Escombreras

ESCOMBRERA	PESO TOTAL CUARTEO (kg)
Vía a Guano	1024.25
Politécnica	102.95
Licán	782.1
Norte 1	824.3
Norte 2	1140.45
Constructora A	1609.8
Veranillo 1	400.6
Veranillo 2	469.3
Total:	6353.75

Fuente: Villagómez, J, López, O

Tabla 9. Residuos de la construcción No Reutilizables - Peso Total Cuarteo Escombreras

ESCOMBRERA	PESO TOTAL CUARTEO (kg)
Vía a Guano	643.95
Politécnica	47.15
Licán	474.7
Norte 1	546.75
Norte 2	388.15
Constructora A	522.2
Veranillo 1	259.25
Veranillo 2	216.15
Total:	3098.3

Fuente: Villagómez, J, López, O

Anexo 2. Tablas de recolección de datos realizadas en las escombreras clandestinas en: reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables

Tabla 10. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "reciclables" localizados en la ciudad de Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



RECOLECCIÓN DE DATOS

MATERIAL	Via a Guano	Politecnica	Lican	Norte 1	Norte 2	Constructora A	Veranillo 1	Veranillo 2
VIDRIOS	0	0	0	0	0	0	0	0
MADERA	145.8	0	80.9	0	0	0	157.6	125.9
AGREGADOS	761.6	110.7	220.5	825.45	680.9	980.5	70.8	50.7
PAPEL Y CARTON	24.5	0	0	0	30.9	0	15.7	10.6
LADRILLOS	16.3	0	0	0	30.6	0	0	8.9
CERAMICA	0	0	0	0	0	0	0	0
CONCRETO	0	0	0	0	0	270.6	0	0
ESCOMBROS	693	0	895	545.6	780.3	880.9	380.6	489.35
TUBERIAS	0	3.6	0	0	0	0	0	0
BOTELLAS VIDRIO	27	35.8	0	0	0	0	35.15	0
MANGUERA NEGRA	0	0	0	0	5.9	0	0	0
ACERO	0	0	60.4	0	0	0	0	0
PESO TOTAL	1668.2	150.1	1256.8	1371.05	1528.6	2132	659.85	685.45

Fuente: Villagómez, J, López, O

Tabla 11. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "no reciclables" localizados en la ciudad de Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



RECOLECCIÓN DE DATOS

MATERIAL	Via a Guano	Politecnica	Lican	Norte 1	Norte 2	Constructora A	Veranillo 1	Veranillo 2
VIDRIOS	19.5	25.55	8.5	3.5	2.8	0	10.5	17.8
MADERA	247.5	195.5	175.8	75.7	15.5	0	89.9	230.5
AGREGADOS	0	0	0	0	0	0	0	0
PAPELY CARTON	0	35.8	40.8	18.5	0	0	0	0
LADRILLOS	827.75	450.5	250.4	745.6	280.5	0	190.6	110.8
CERAMICA	142.1	90.85	0	0	70.45	0	45.7	60.8
CONCRETO	0	155.8	125.4	898.45	688.9	760.9	89.5	135.6
ESCOMBROS	0	0	0	0	280.5	220.4	100.5	208.6
TUBERIAS	0	7.8	12.5	18.9	10.9	0	0	0
BOTELLAS VIDRIO	0	0	0	0	0	0	0	42.75
MANGUERA NEGRA	0	8.9	6.3	10.6	7.5	0	15.75	5.85
ACERO	0	0	0	43.5	0	0	145.65	125.55
PESO TOTAL	1236.85	970.7	619.7	1814.75	1357.05	981.3	688.1	938.25

Fuente: Villagómez, J, López. O

Tabla 12. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "reutilizables" localizados en la ciudad de Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



RECOLECCIÓN DE DATOS

MATERIAL	Via a Guano	Politecnica	Lican	Norte 1	Norte 2	Constructora A	Veranillo 1	Veranillo 2
VIDRIOS	0	0	0	0	0	0	0	0
MADERA	48.3	0	65.1	0	0	0	111.8	85.3
AGREDADO	501.1	80.55	139.8	569.55	525.1	743.6	45.3	35.85
PAPEL Y CARTON	8.55	0	0	0	19.35	0	5.15	8.15
LADRILLOS	8.8	0	0	0	18.05	0	0	5.4
CERAMICA	0	0	0	0	0	0	0	0
CONCRETO	0	0	0	0	0	140.1	0	0
ESCOMBROS	447.5	0	539.3	254.75	574.5	726.1	219.7	334.6
TUBERIAS	0	2.4	0	0	0	0	0	0
BOTELLAS VIDRIO	10	20	0	0	0	0	18.65	0
MANGUERA NEGRA	0	0	0	0	3.45	0	0	0
ACERO	0	0	37.9	0	0	0	0	0
PESO TOTAL	1024.25	102.95	782.1	824.3	1140.45	1609.8	400.6	469.3

Fuente: Villagómez, J, López, O

Tabla 13. Peso en (kg) de los residuos de la construcción "no reutilizables" localizados en la ciudad de Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



RECOLECCIÓN DE DATOS

MATERIAL	Via a Guano	Politecnica	Lican	Norte 1	Norte 2	Constructora A	Veranillo 1	Veranillo 2
VIDRIOS	0	0	0	0	0	0	0	0
MADERA	97.5	0	15.8	0	0	0	45.8	40.6
AGREGADOS	260.5	30.15	80.7	255.9	155.8	236.9	25.5	14.85
PAPEL Y CARTON	15.95	0	0	0	11.55	0	10.55	2.45
LADRILLOS	7.5	0	0	0	12.55	0	0	3.5
CERAMICA	0	0	0	0	0	0	0	0
CONCRETO	0	0	0	0	0	130.5	0	0
ESCOMBROS	245.5	0	355.7	290.85	205.8	154.8	160.9	154.75
TUBERIAS	0	1.2	0	0	0	0	0	0
BOTELLAS VIDRIO	17	15.8	0	0	0	0	16.5	0
MANGUERA NEGRA	0	0	0	0	2.45	0	0	0
ACERO	0	0	22.5	0	0	0	0	0
PESO TOTAL	643.95	47.15	474.7	546.75	388.15	522.2	259.25	216.15

Fuente: Villagómez, J, López. O

Anexo 3. Tablas de resumen residuos de la construcción: reciclables, no reciclables, reutilizables y no reutilizables

Tabla 14. Resumen residuos de la construcción "reciclables" en kg

ESCOBRERA	VIDRIO	MADERA	AGREGADO	PAPEL Y CARTON	LADRILLO	CERAMICA	CONCRETO	ESCOMBROS	TUBERIAS	BOTELLAS VIDRIO	MANGUER A NEGRA	ACERO
Via a Guano	0	145.8	761.6	24.5	16.3	0	0	693	0	27	0	0
Politecnica	0	0	110.7	0	0	0	0	0	3.6	35.8	0	0
Lican	0	80.9	220.5	0	0	0	0	895	0	0	0	60.4
Norte 1	0	0	825.45	0	0	0	0	545.6	0	0	0	0
Norte 2	0	0	680.9	30.9	30.6	0	0	780.3	0	0	5.9	0
Constructora A	0	0	980.5	0	0	0	270.6	880.9	0	0	0	0
Veranillo 1	0	157.6	70.8	15.7	0	0	0	380.6	0	35.15	0	0
Veranillo 2	0	125.9	50.7	10.6	8.9	0	0	489.35	0	0	0	0

Fuente: Villagómez, J, López. O

Tabla 15. Resumen residuos de la construcción "no reciclables" en kg

ESCOBRERA	VIDRIO	MADERA	AGREGADO	PAPEL Y CARTON	LADRILLO	CERAMICA	CONCRETO	ESCOMBROS	TUBERIAS	BOTELLAS VIDRIO	MANGUER A NEGRA	ACERO
Via a Guano	19.5	247.5	0	0	827.75	142.1	0	0	0	0	0	0
Politecnica	25.55	195.5	0	35.8	450.5	90.85	155.8	0	7.8	0	8.9	0
Lican	8.5	175.8	0	40.8	250.4	0	125.4	0	12.5	0	6.3	0
Norte 1	3.5	75.7	0	18.5	745.6	0	898.45	0	18.9	0	10.6	43.5
Norte 2	2.8	15.5	0	0	280.5	70.45	688.9	280.5	10.9	0	7.5	0
Constructora A	0	0	0	0	0	0	760.9	220.4	0	0	0	0
Veranillo 1	10.5	89.9	0	0	190.6	45.7	89.5	100.5	0	0	15.75	145.65
Veranillo 2	17.8	230.5	0	0	110.8	60.8	135.6	208.6	0	42.75	5.85	125.55

Fuente: Villagómez, J, López. O

Tabla 16. Resumen residuos de la construcción "reutilizables" en kg

ESCOMBRERA	VIDRIO	MADERA	AGREGADO	PAPEL Y CARTON	LADRILLO	CERAMICA	CONCRETO	ESCOMBROS	TUBERIAS	BOTELLAS VIDRIO	MANGUER A NEGRA	ACERO
Via a Guano	0	48.3	501.1	8.55	8.8	0	0	447.5	0	10	0	0
Politecnica	0	0	80.55	0	0	0	0	0	2.4	20	0	0
Lican	0	65.1	139.8	0	0	0	0	539.3	0	0	0	37.9
Norte 1	0	0	569.55	0	0	0	0	254.75	0	0	0	0
Norte 2	0	0	525.1	19.35	18.05	0	0	574.5	0	0	3.45	0
Constructora A	0	0	743.6	0	0	0	140.1	726.1	0	0	0	0
Veranillo 1	0	111.8	45.3	5.15	0	0	0	219.7	0	18.65	0	0
Veranillo 2	0	85.3	35.85	8.15	5.4	0	0	334.6	0	0	0	0

Fuente: Villagómez, J, López. O

Tabla 17. Resumen residuos de la construcción "no reutilizables" en kg

ESCOMBRERA	VIDRIO	MADERA	AGREGADOS	PAPEL Y CARTON	LADRILLO	CERAMICA	CONCRETO	ESCOMBROS	TUBERIAS	BOTELLAS VIDRIO	MANGUER A NEGRA	ACERO
Via a Guano	0	97.5	260.5	15.95	7.5	0	0	245.5	0	17	0	0
Politecnica	0	0	30.15	0	0	0	0	0	1.2	15.8	0	0
Lican	0	15.8	80.7	0	0	0	0	355.7	0	0	0	22.5
Norte 1	0	0	255.9	0	0	0	0	290.85	0	0	0	0
Norte 2	0	0	155.8	11.55	12.55	0	0	205.8	0	0	2.45	0
Constructora A	0	0	236.9	0	0	0	130.5	154.8	0	0	0	0
Veranillo 1	0	45.8	25.5	10.55	0	0	0	160.9	0	16.5	0	0
Veranillo 2	0	40.6	14.85	2.45	3.5	0	0	154.75	0	0	0	0

Fuente: Villagómez, J, López. O

Anexo 4. Resultados de los Residuos de la Construcción Reciclables (Material vs Escombreras)

Figura 16. Material vs Escombreras (Vidrio)

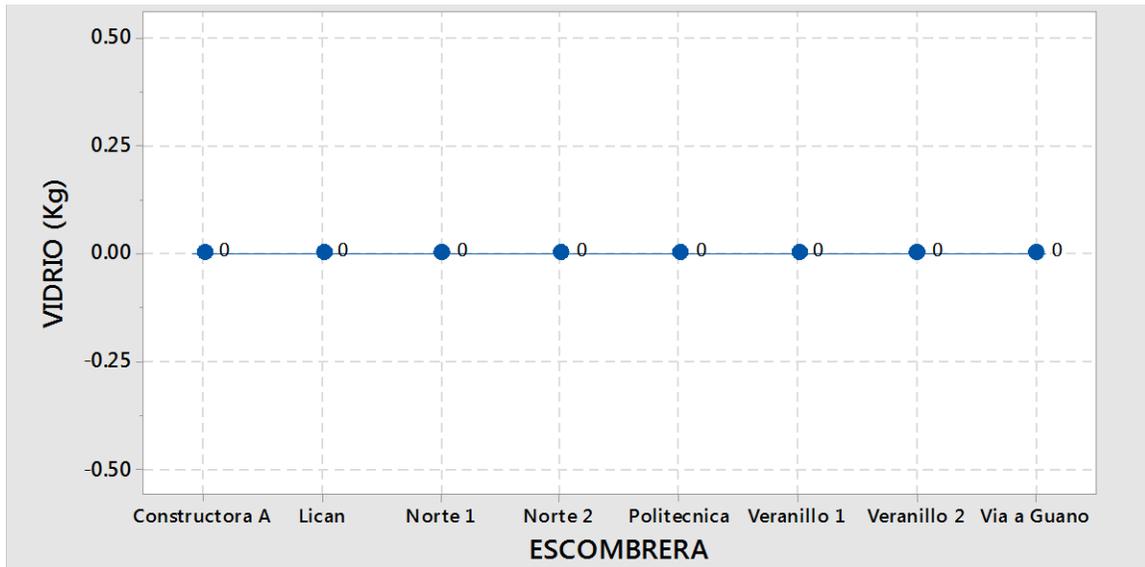


Figura 17. Material vs Escombreras (Madera)

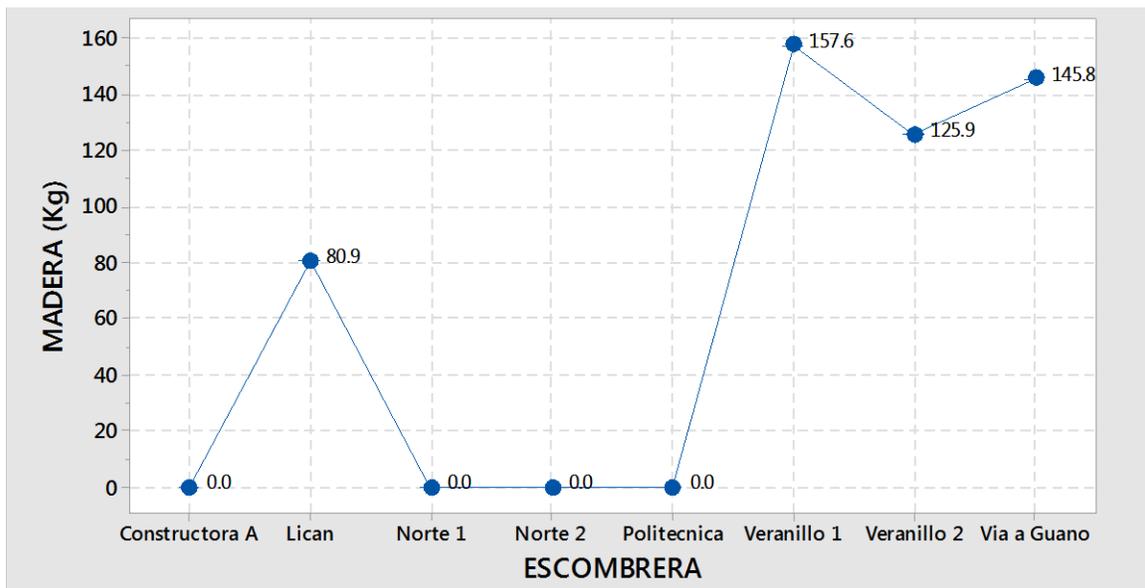


Figura 18. Material vs Escombreras (Agregado)

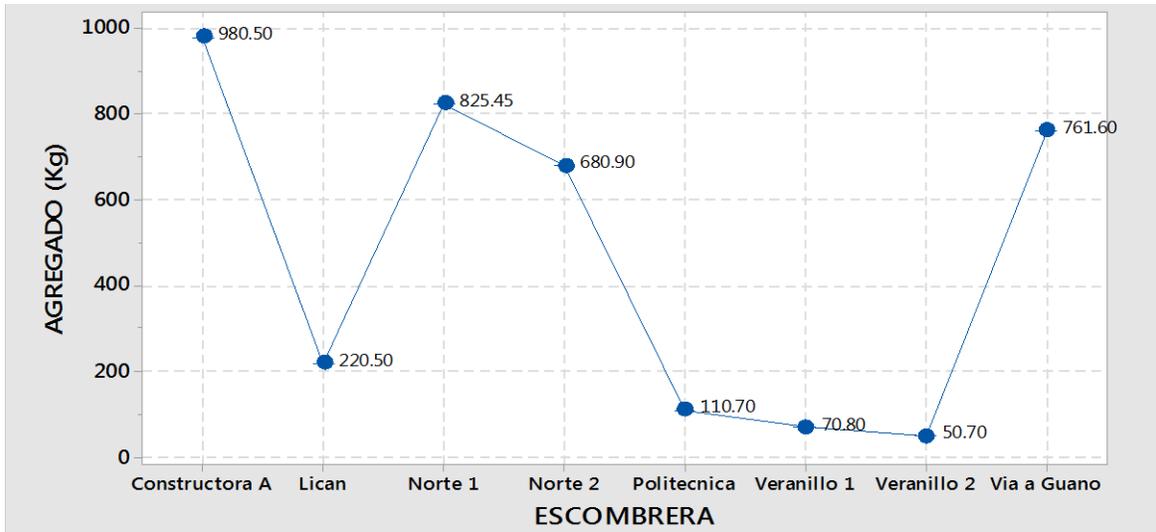


Figura 19. Material vs Escombreras (Papel y cartón)

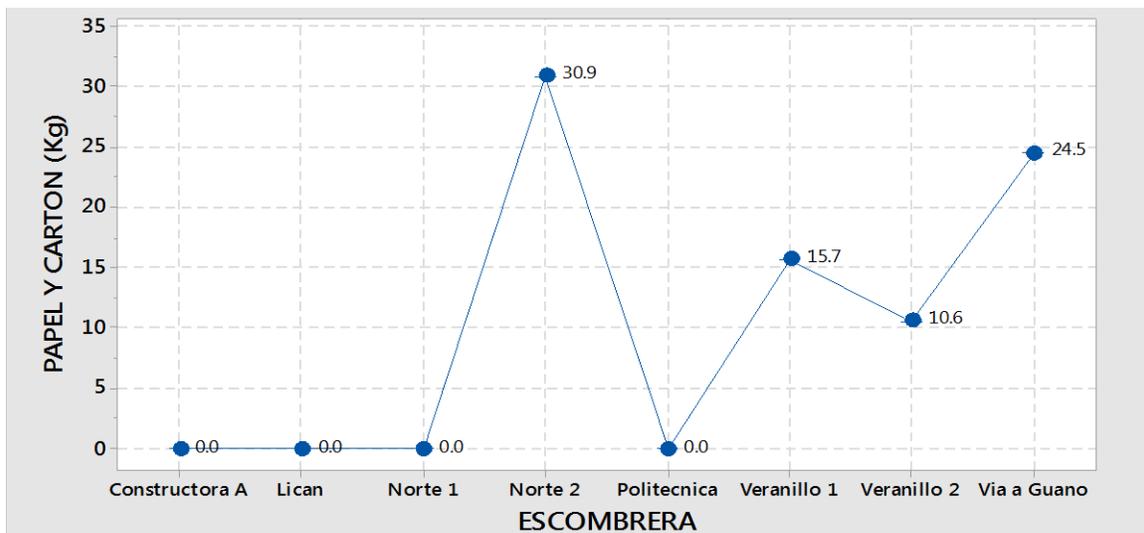


Figura 20. Material vs Escombreras (Ladrillo)

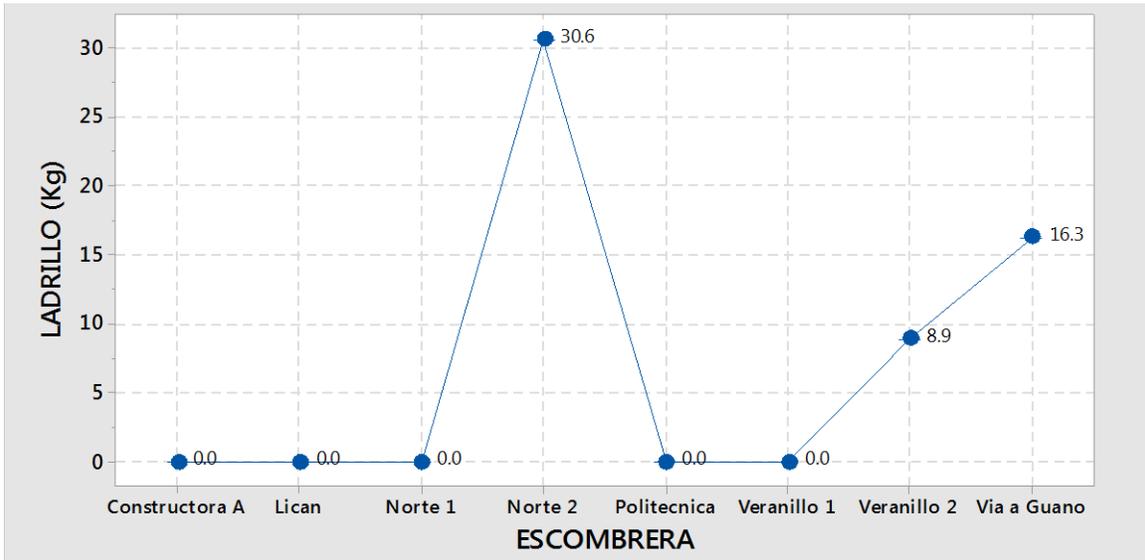


Figura 21. Material vs Escombreras (Concreto)

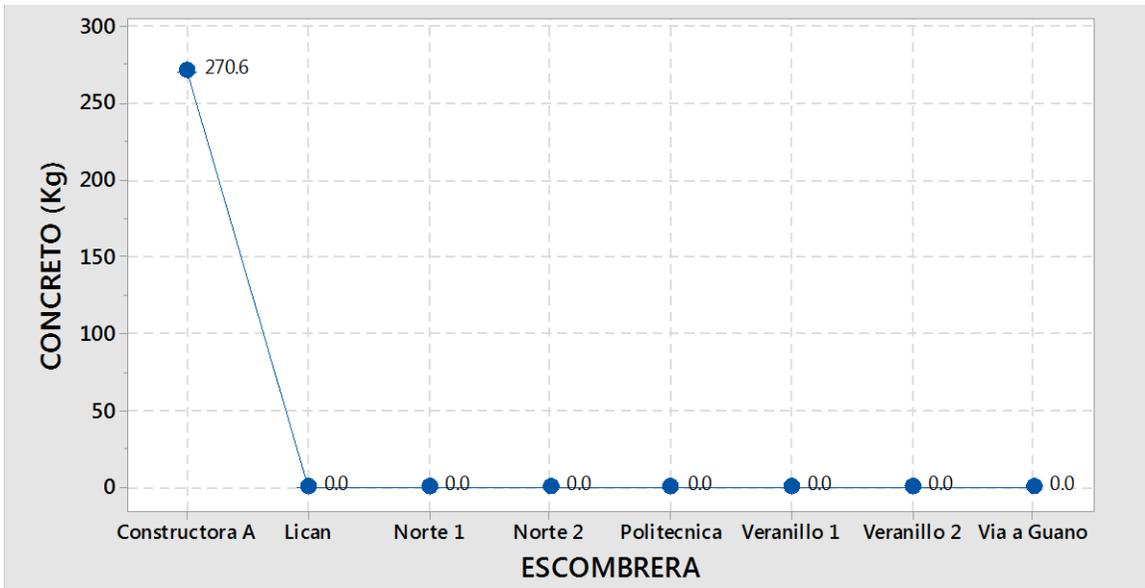


Figura 22. Material vs Escombreras (Material de demolición)

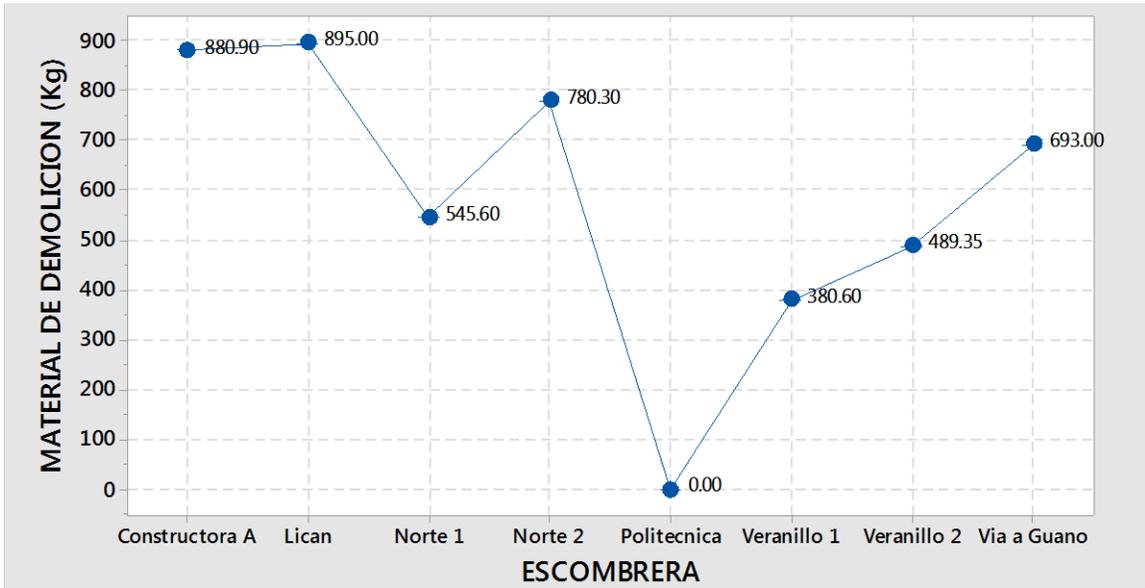


Figura 23. Material vs Escombreras (Tuberías)

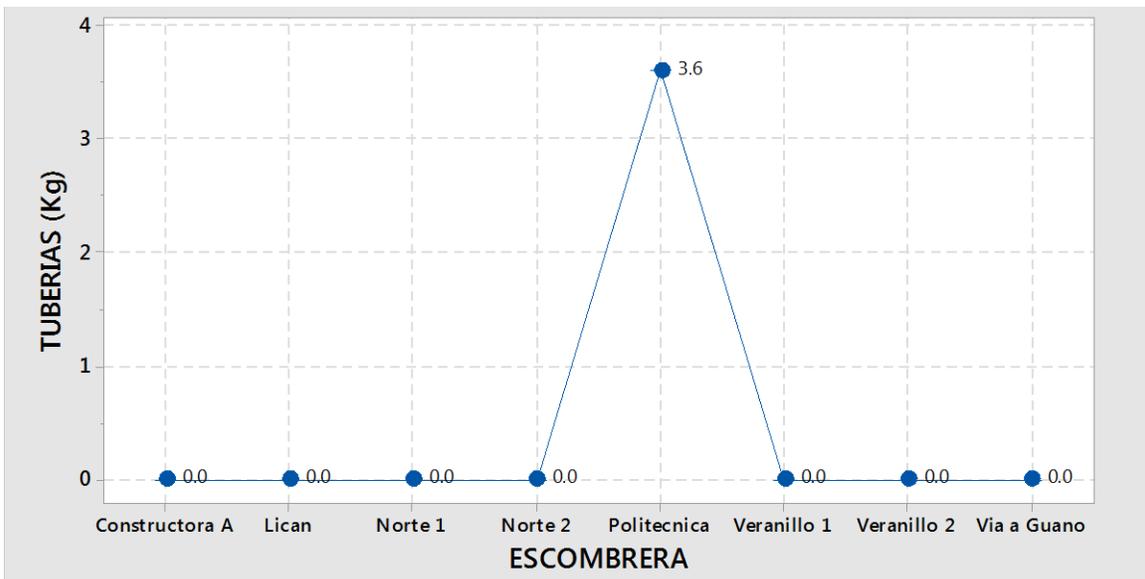


Figura 24. Material vs Escombreras (Botellas Vidrio)

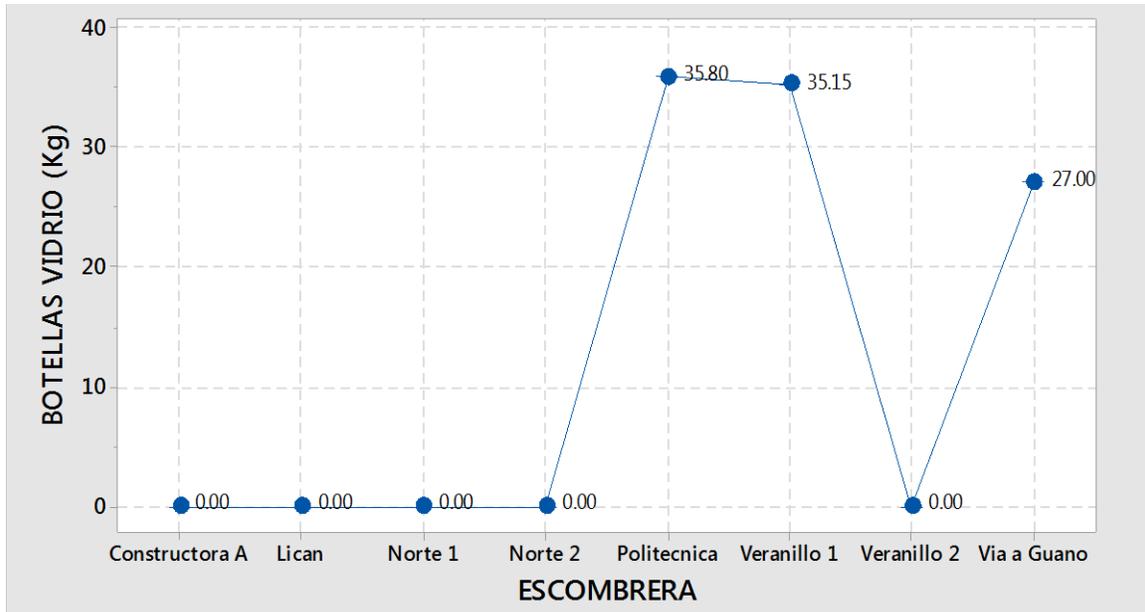


Figura 25. Material vs Escombreras (Manguera negra)

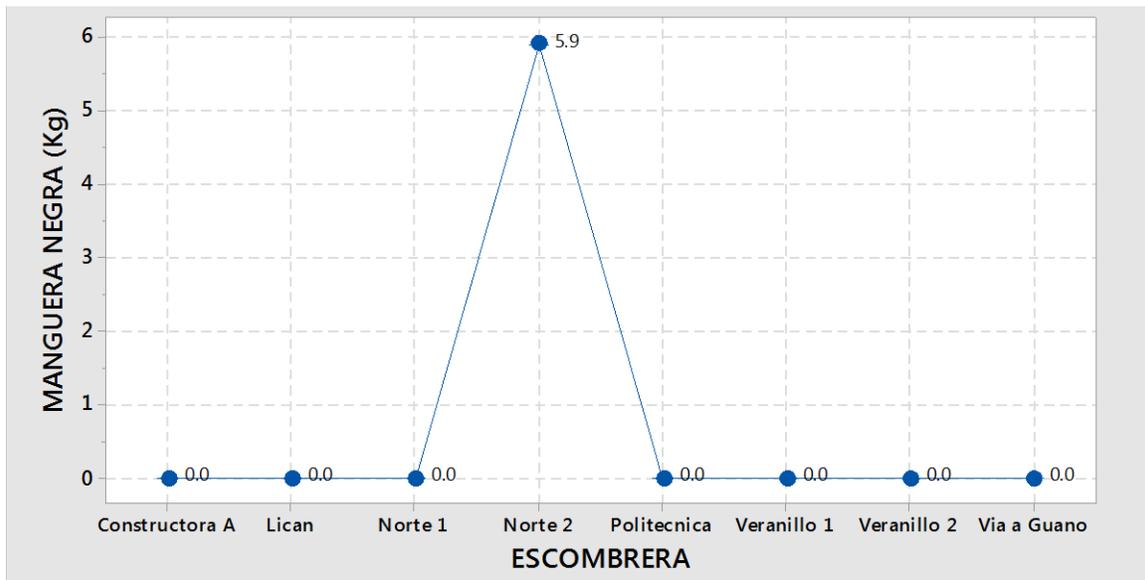
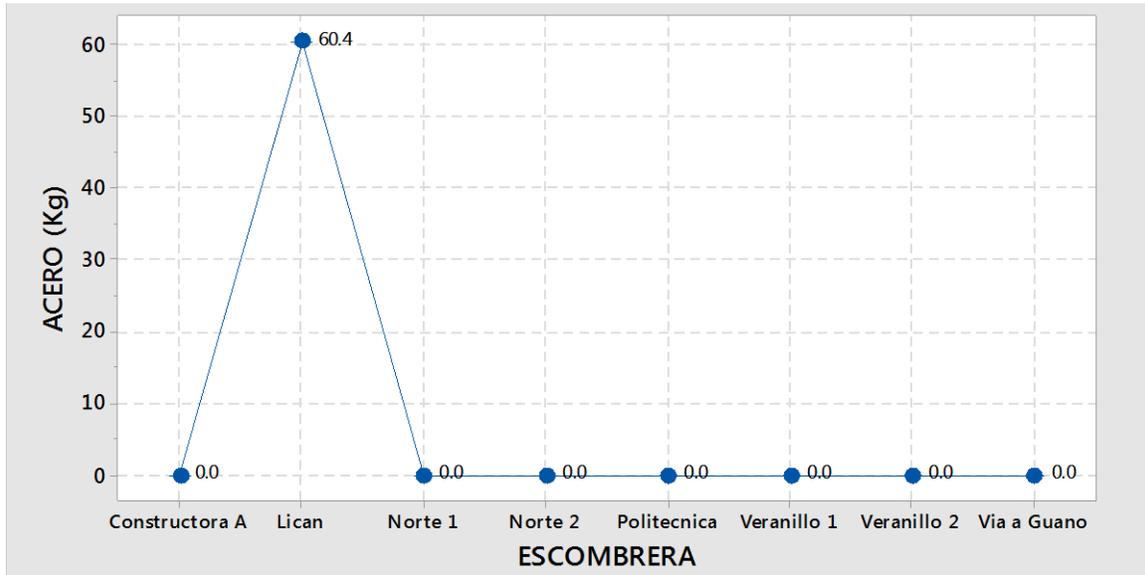


Figura 26. Material vs Escombreras (Acero)



Anexo 5. Resultados de los Residuos de la Construcción Reciclables (Intervalos de Tolerancia)

Figura 27. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)

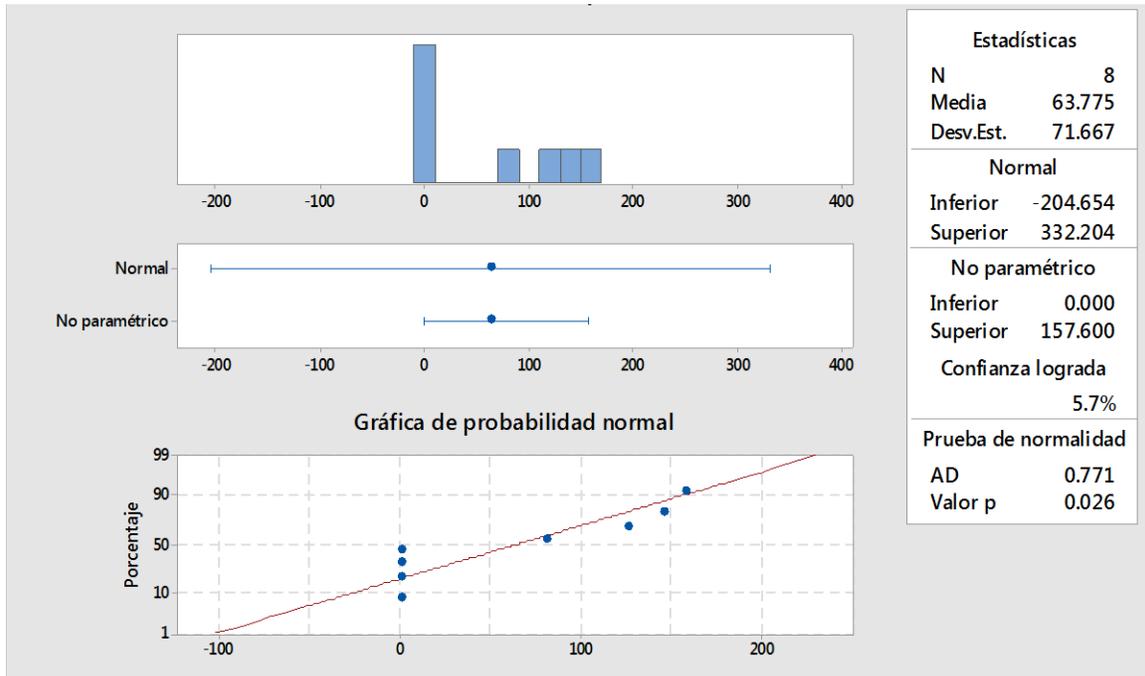


Figura 28. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregado)

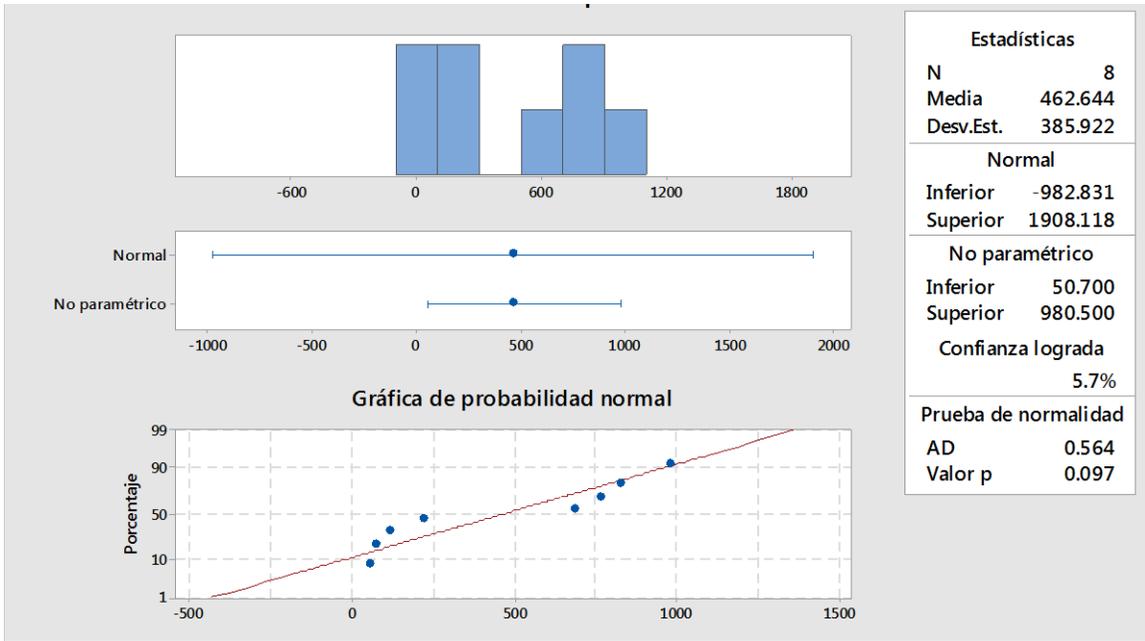


Figura 29. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)

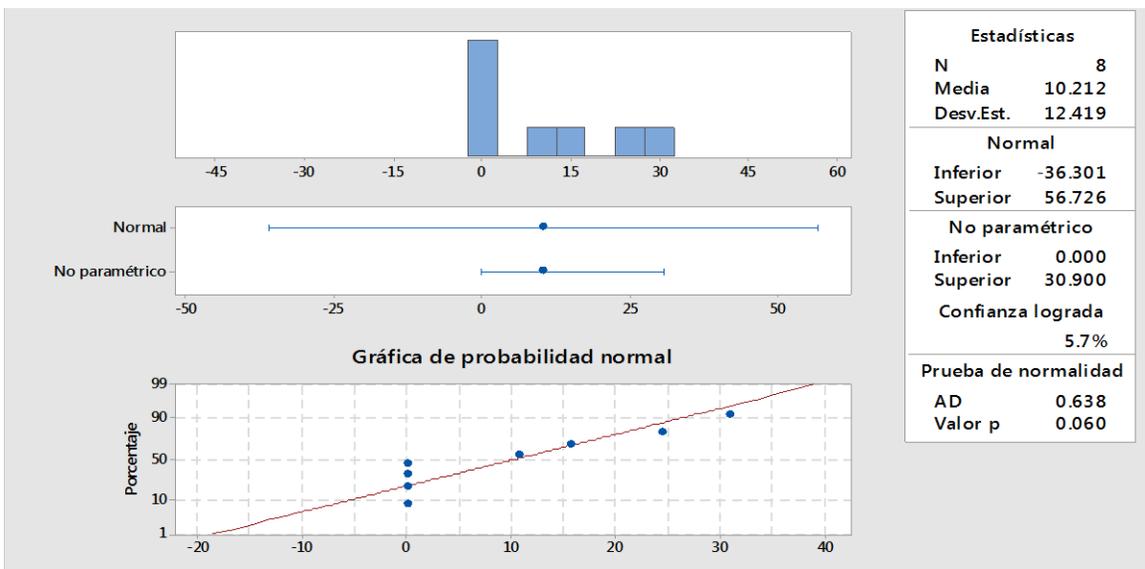


Figura 30. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillos)

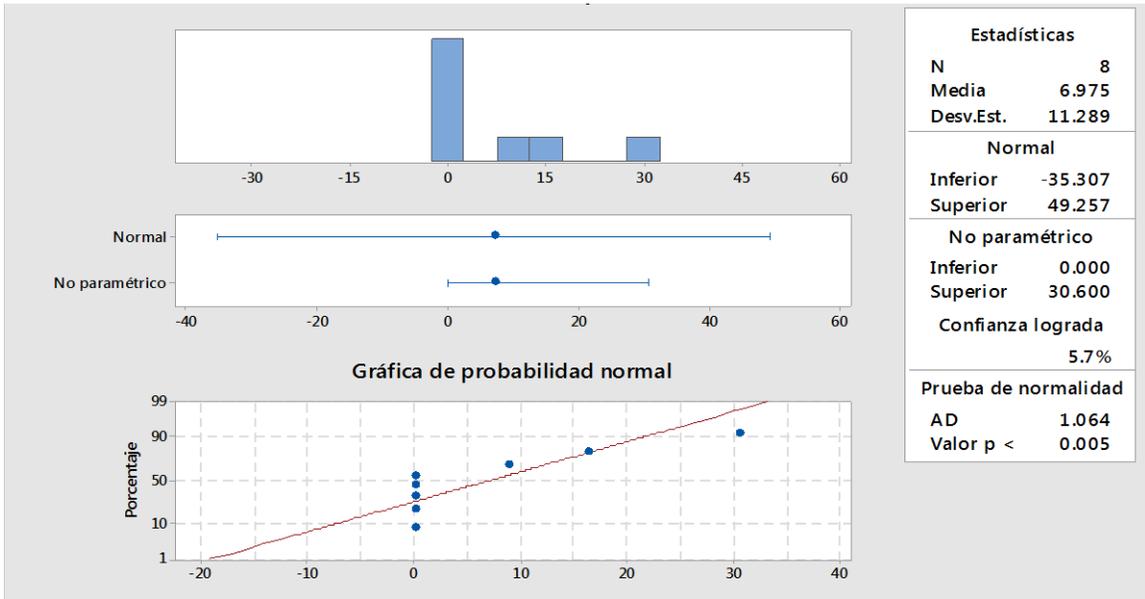


Figura 31. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto)

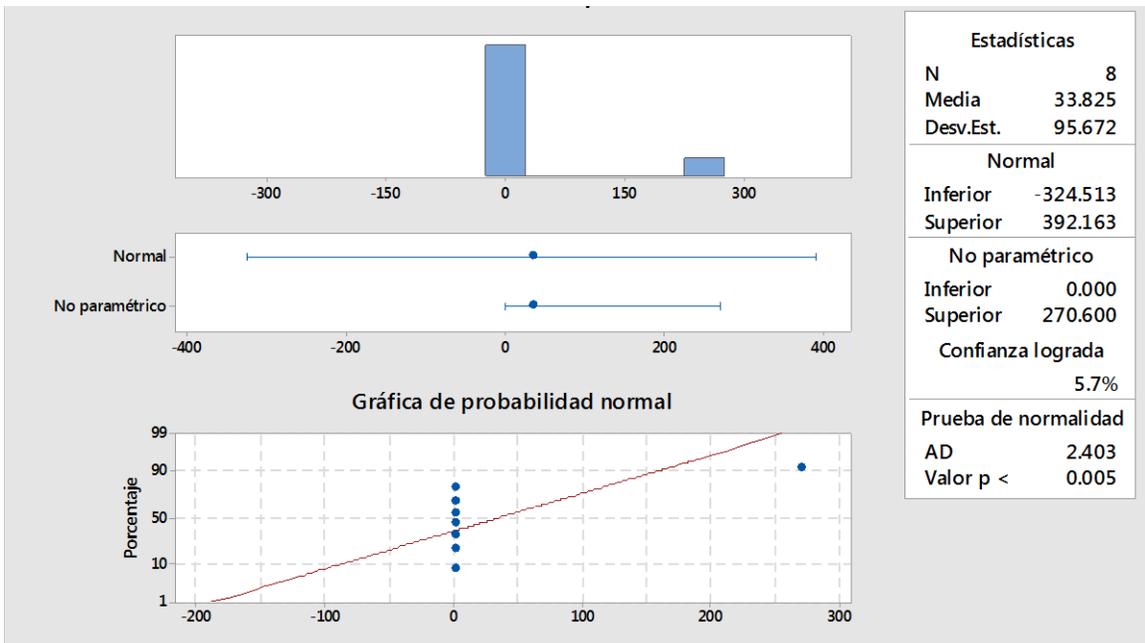


Figura 32. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)

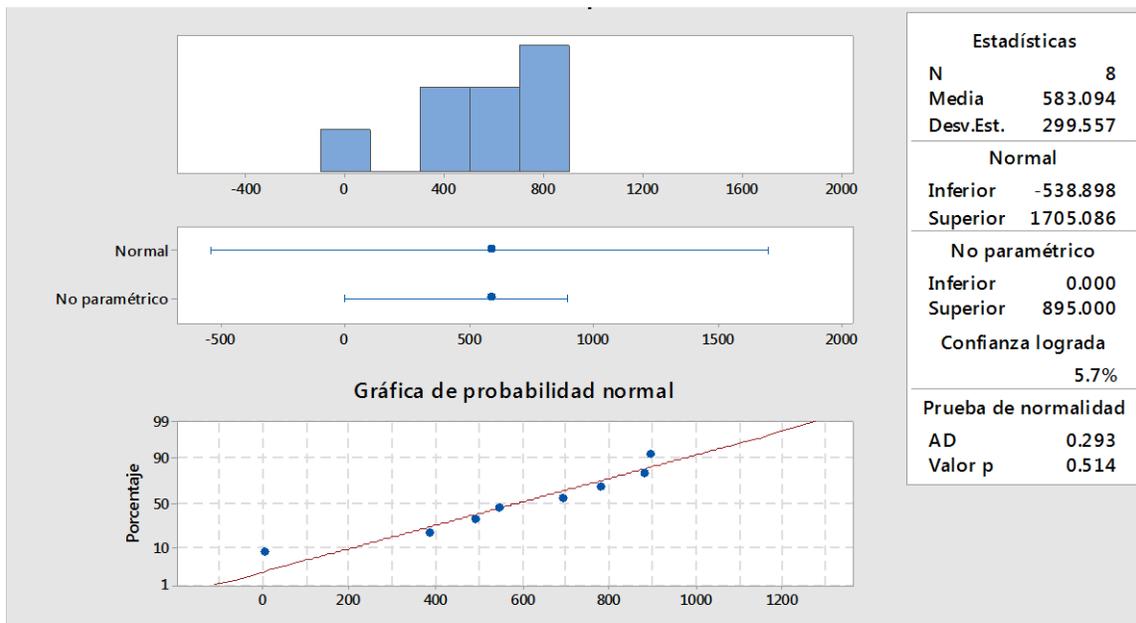


Figura 33. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)

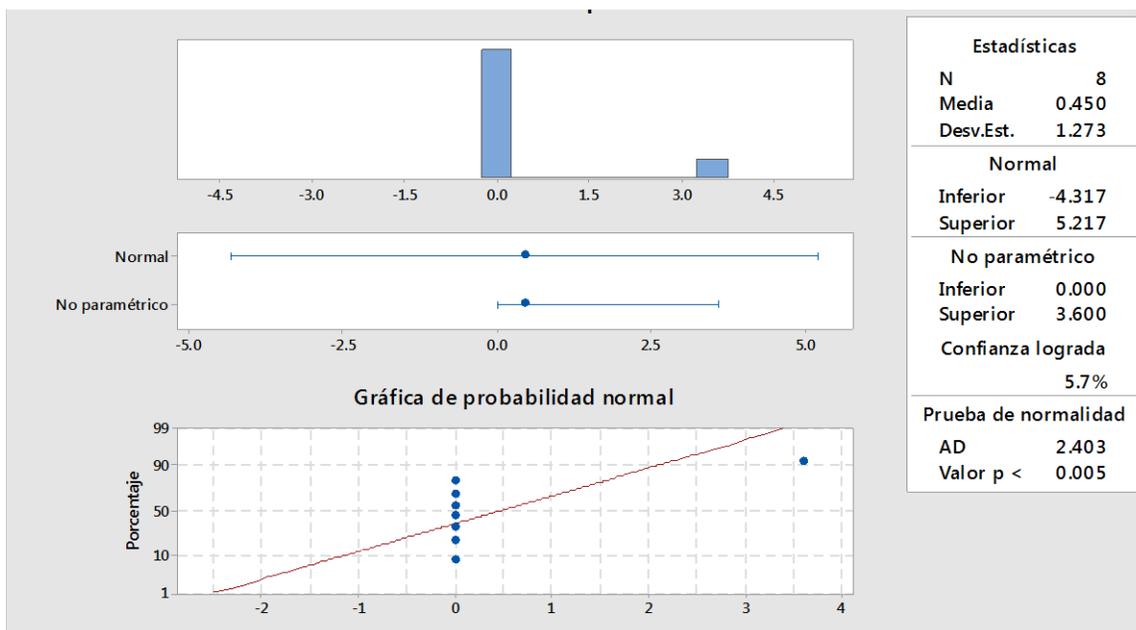


Figura 34. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas Vidrio)

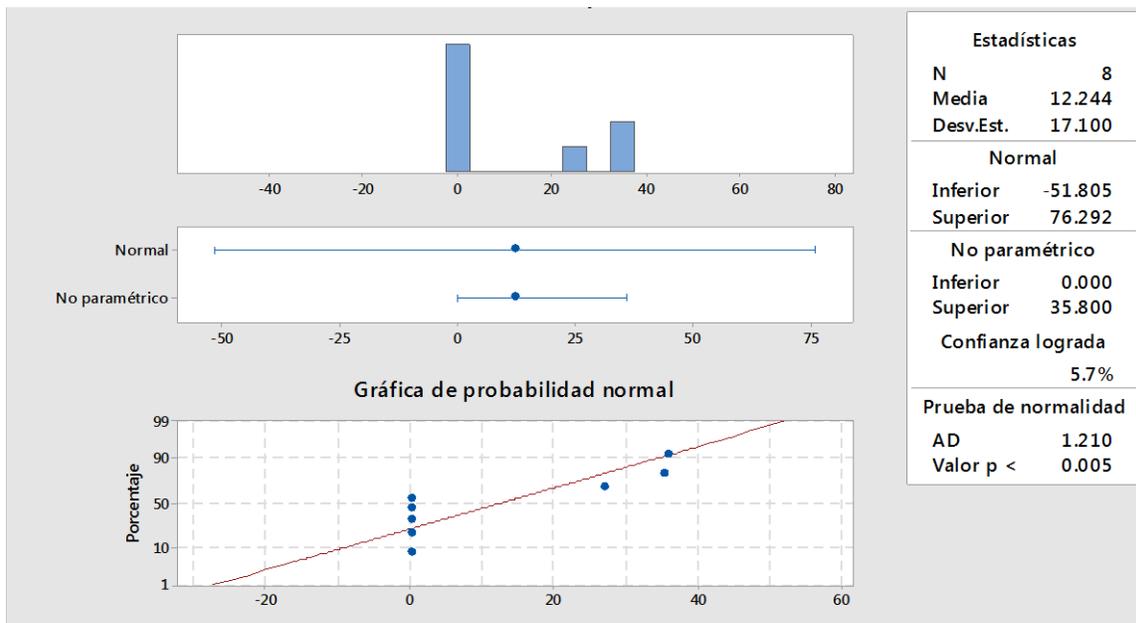


Figura 35. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)

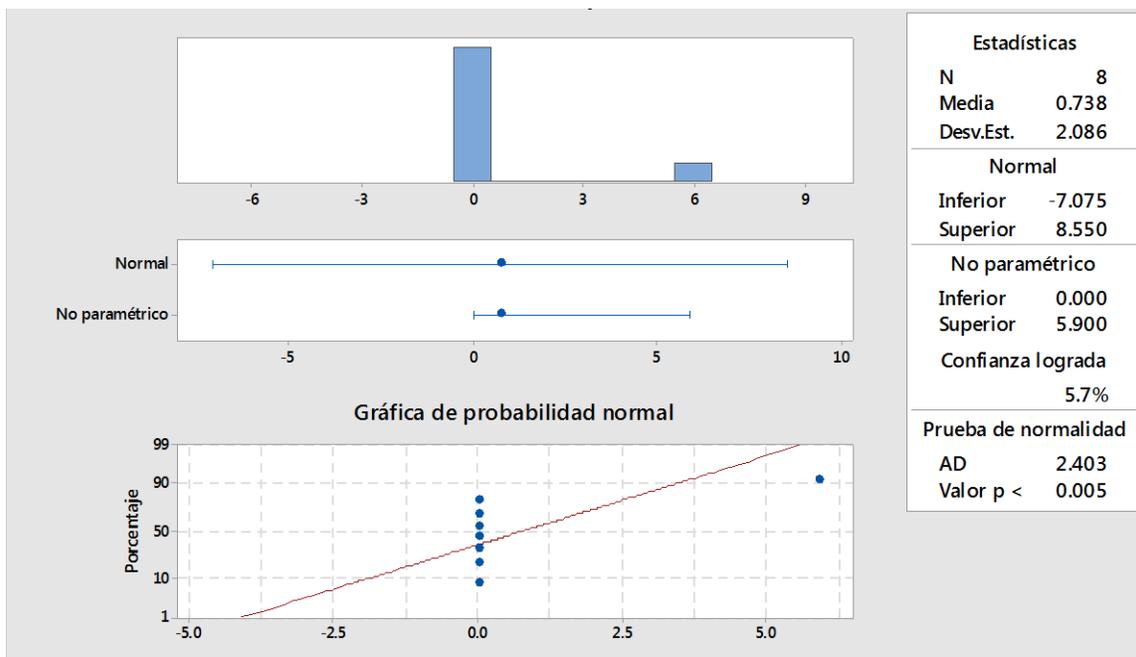
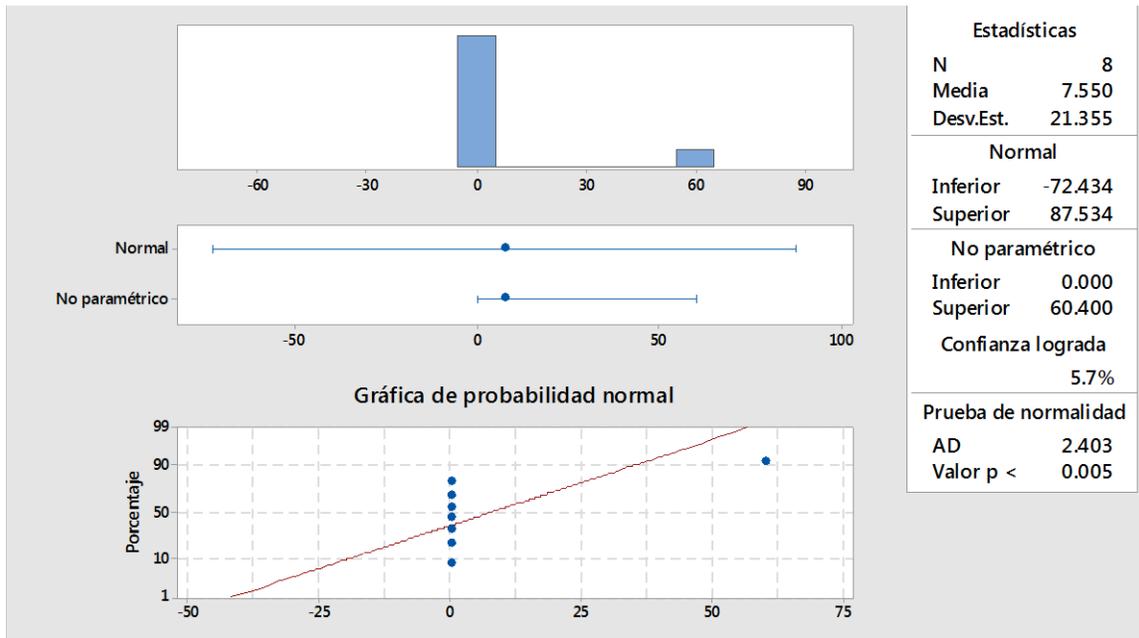


Figura 36. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero)



Anexo 6. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reciclables (Material vs Escombreras)

Figura 37. Material vs Escombreras (Vidrio)

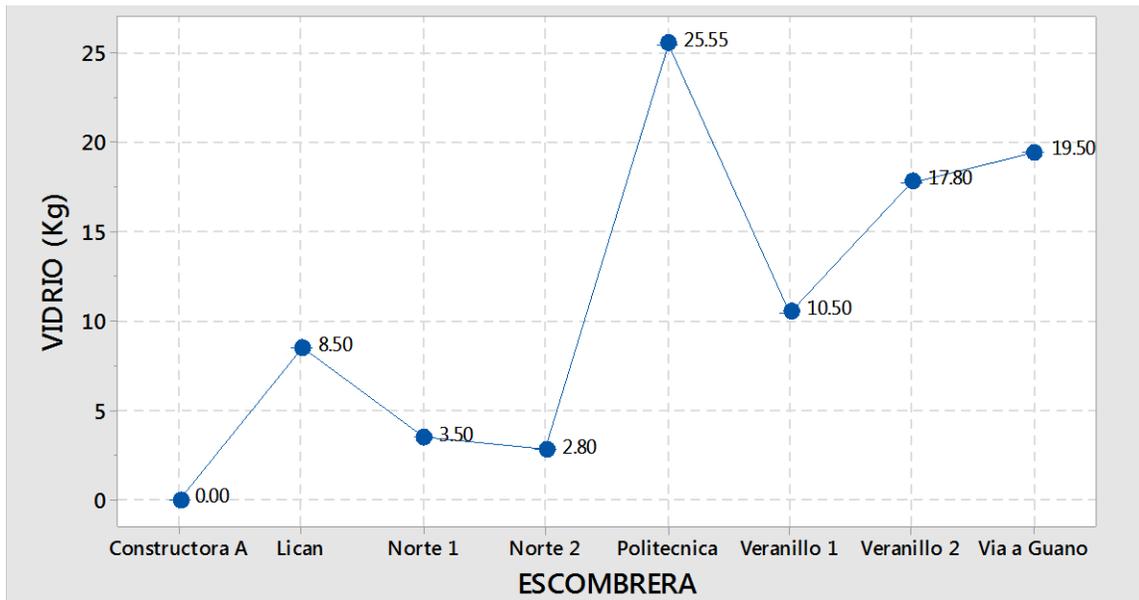


Figura 38. Material vs Escombreras (Madera)

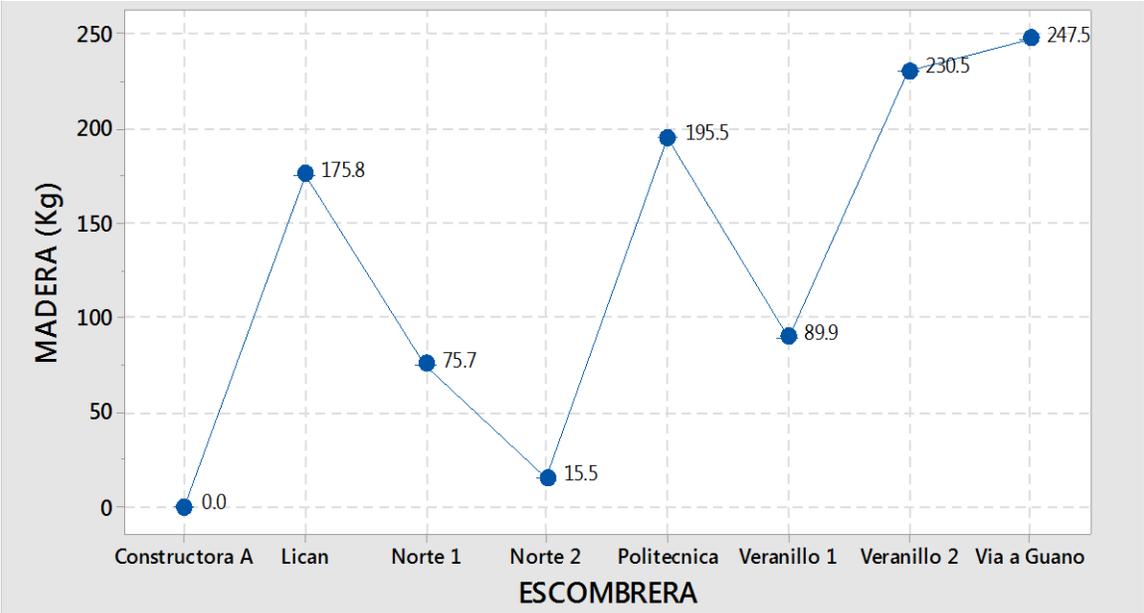


Figura 39. Material vs Escombreras (Agregado)

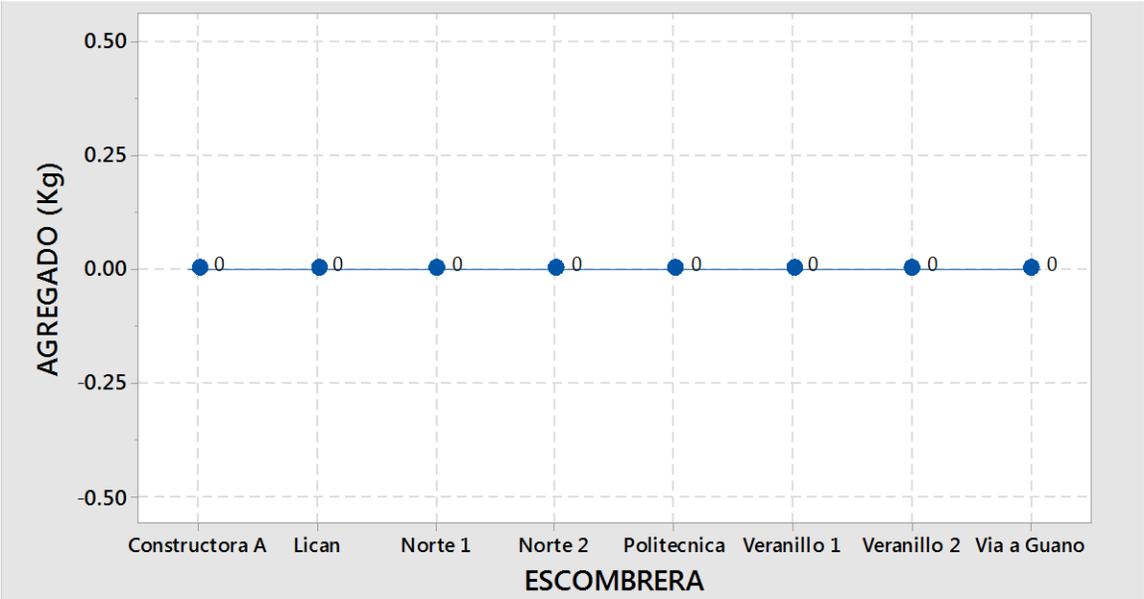


Figura 40. Material vs Escombreras (Papel y cartón)

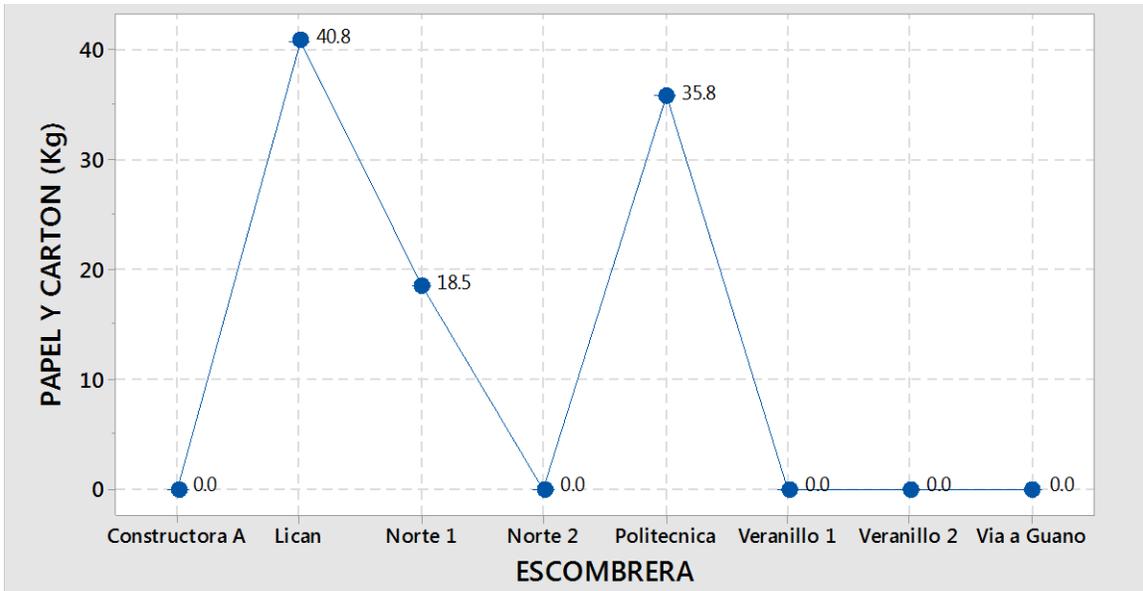


Figura 41. Material vs Escombrera (Ladrillo)

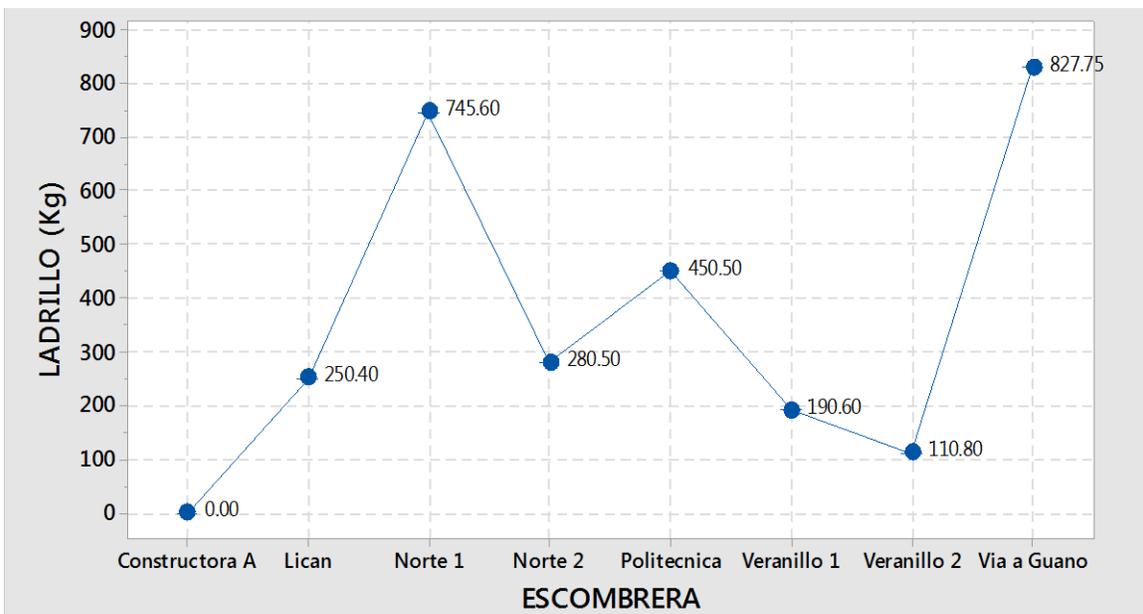


Figura 42. Material vs Escombreras (Cerámica)

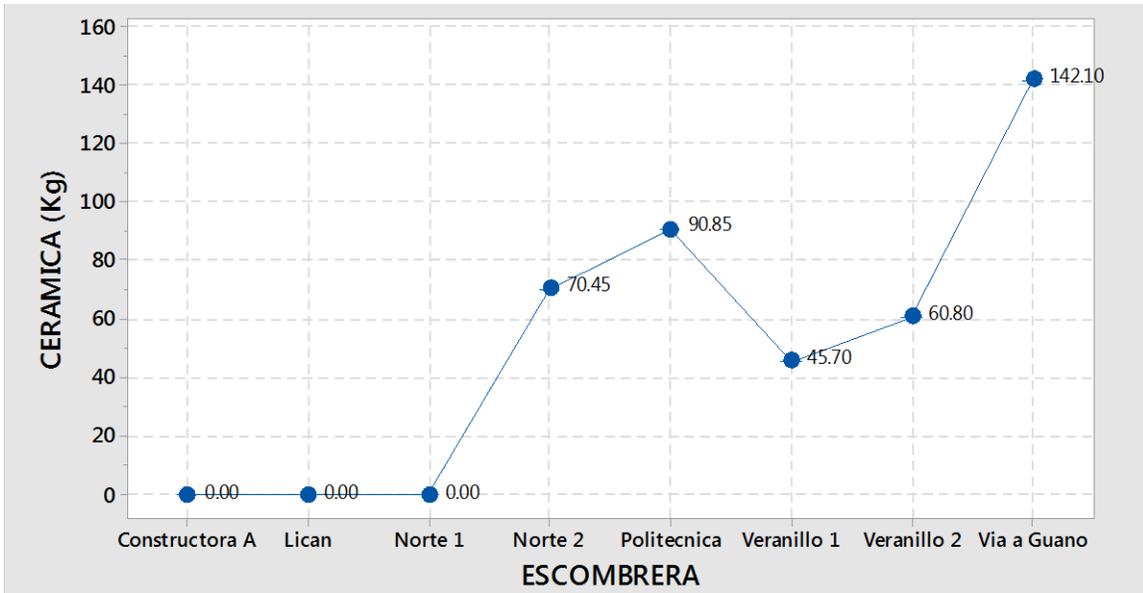


Figura 43. Material vs Escombreras (Concreto)

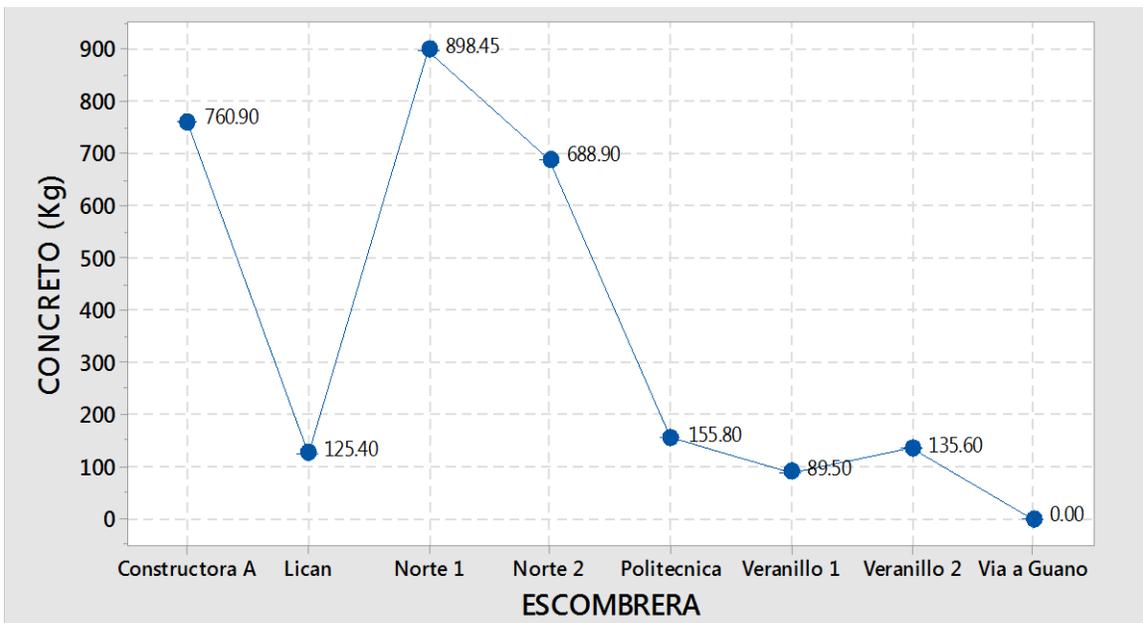


Figura 44. Material vs Escombreras (Material de Demolición)

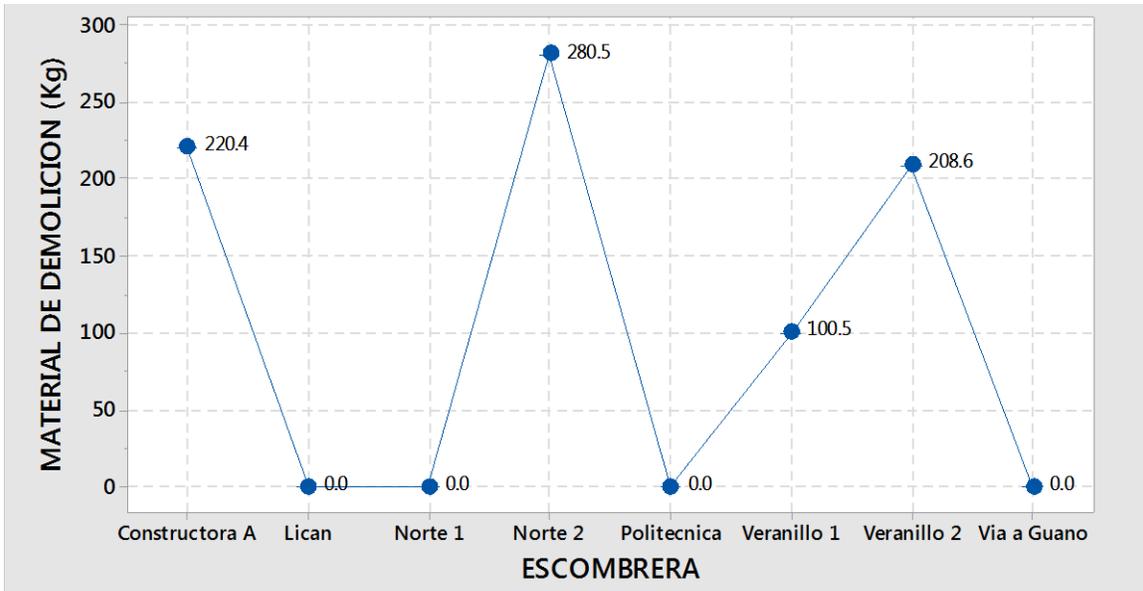


Figura 45. Material vs Escombreras (Tuberías)

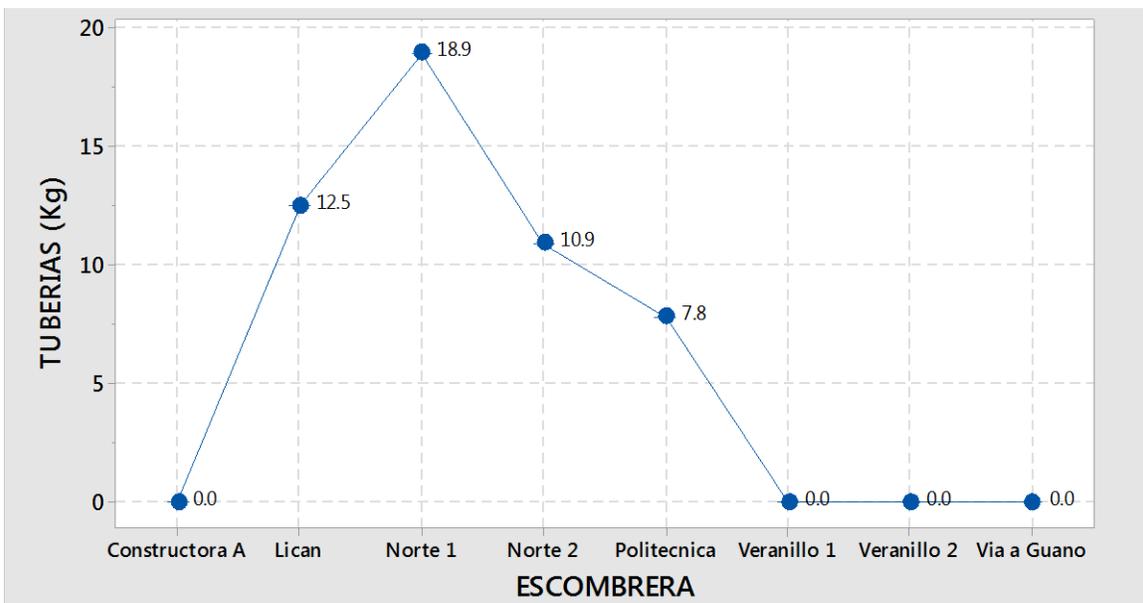


Figura 46. Material vs Escombreras (Botellas vidrio)

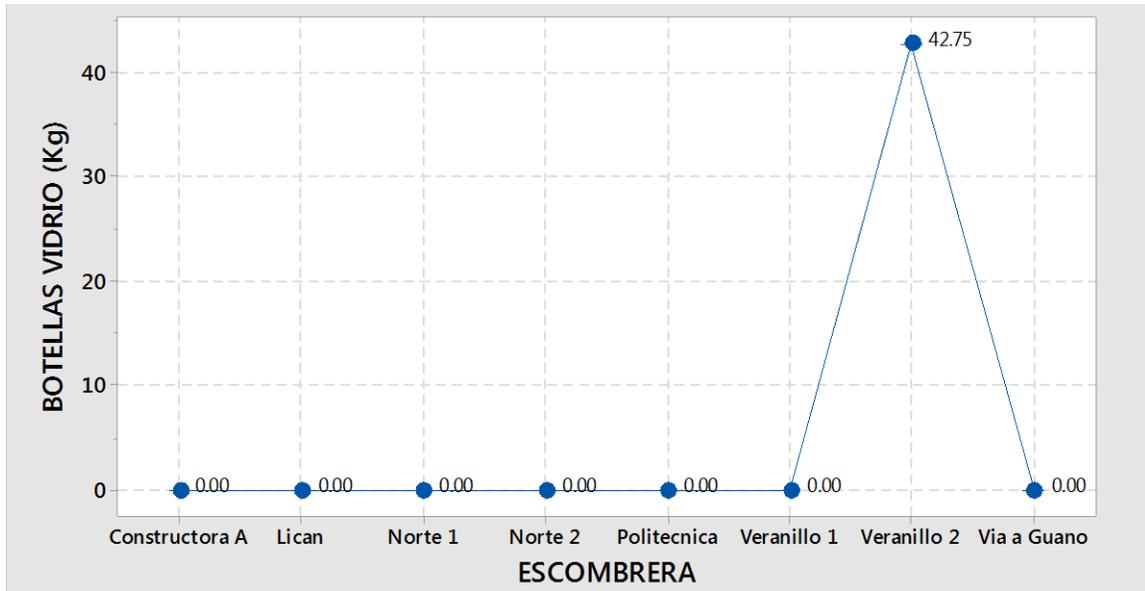


Figura 47. Material vs Escombreras (Manguera negra)

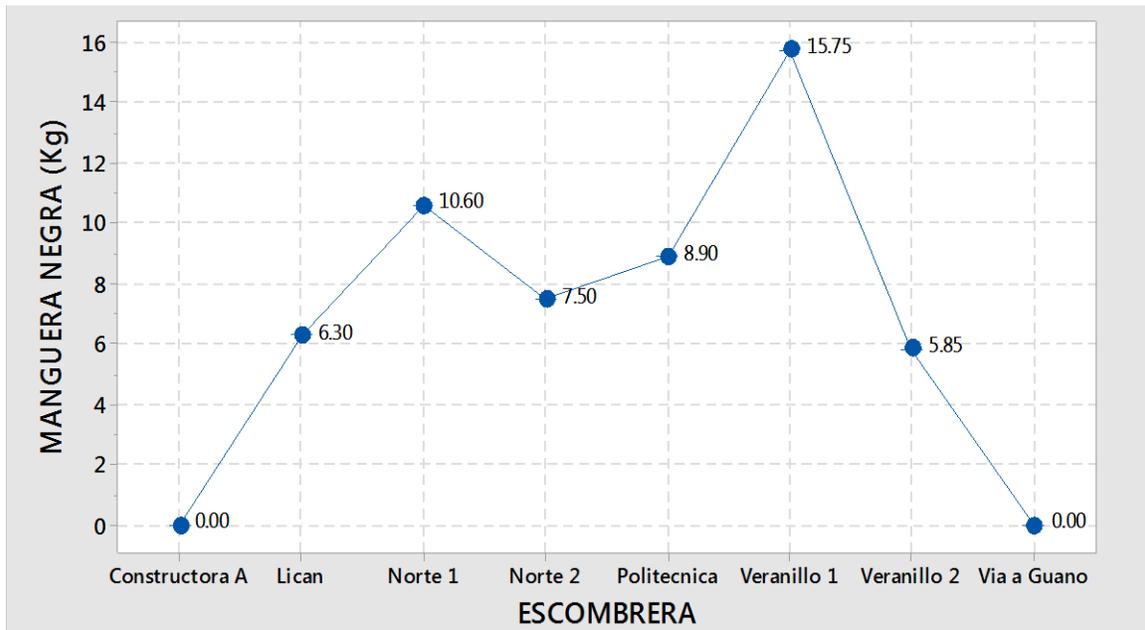
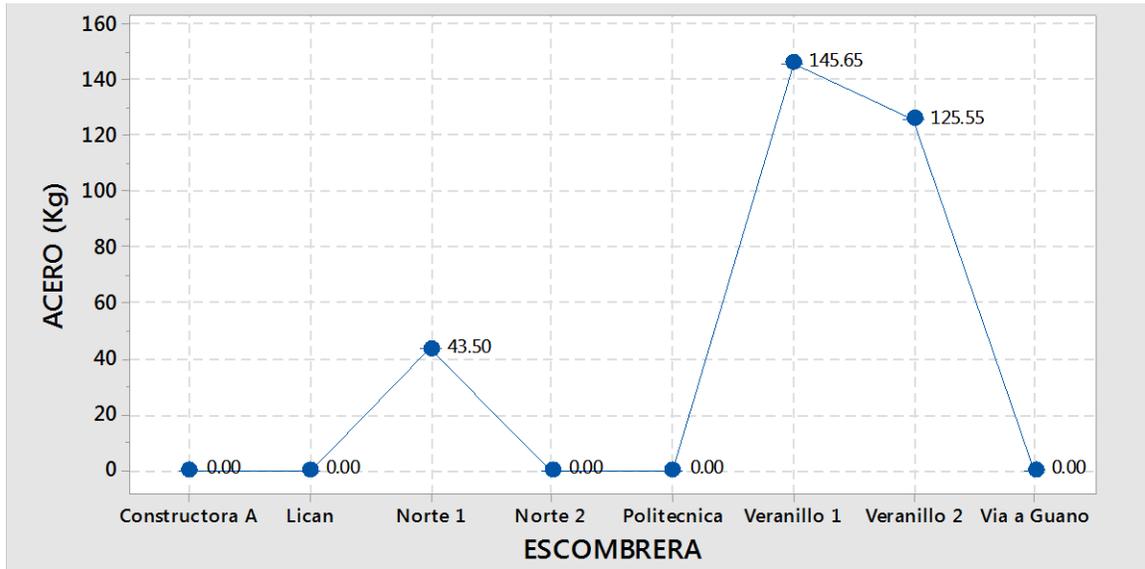


Figura 48. Material vs Escombreras (Acero)



Anexo 7. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reciclables (Intervalos de Tolerancia)

Figura 49. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Vidrios)

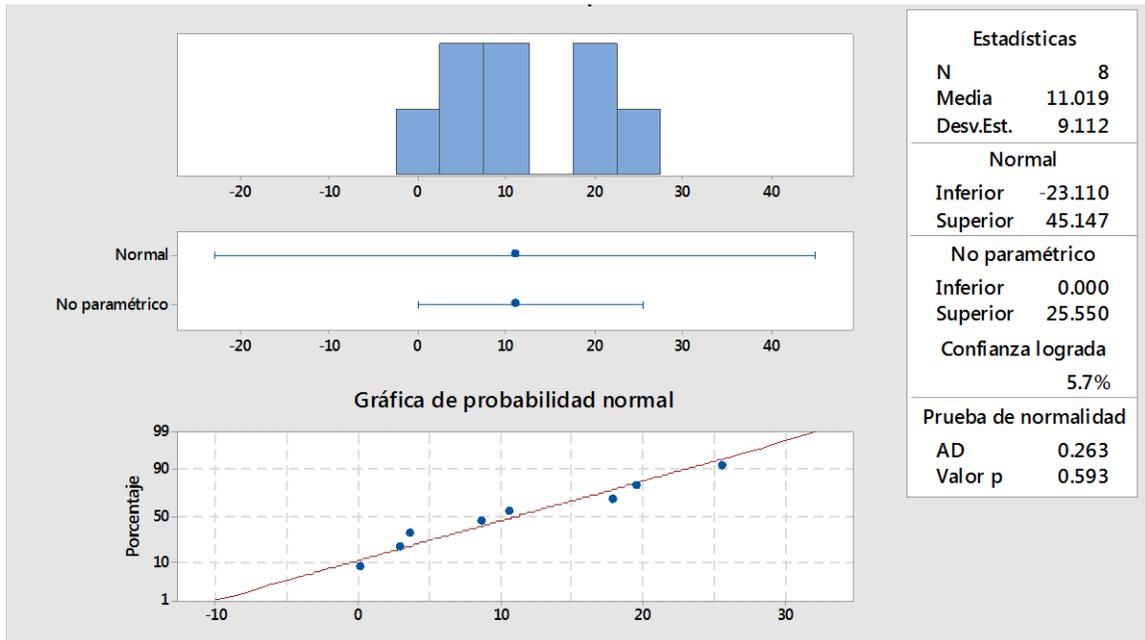


Figura 50. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)

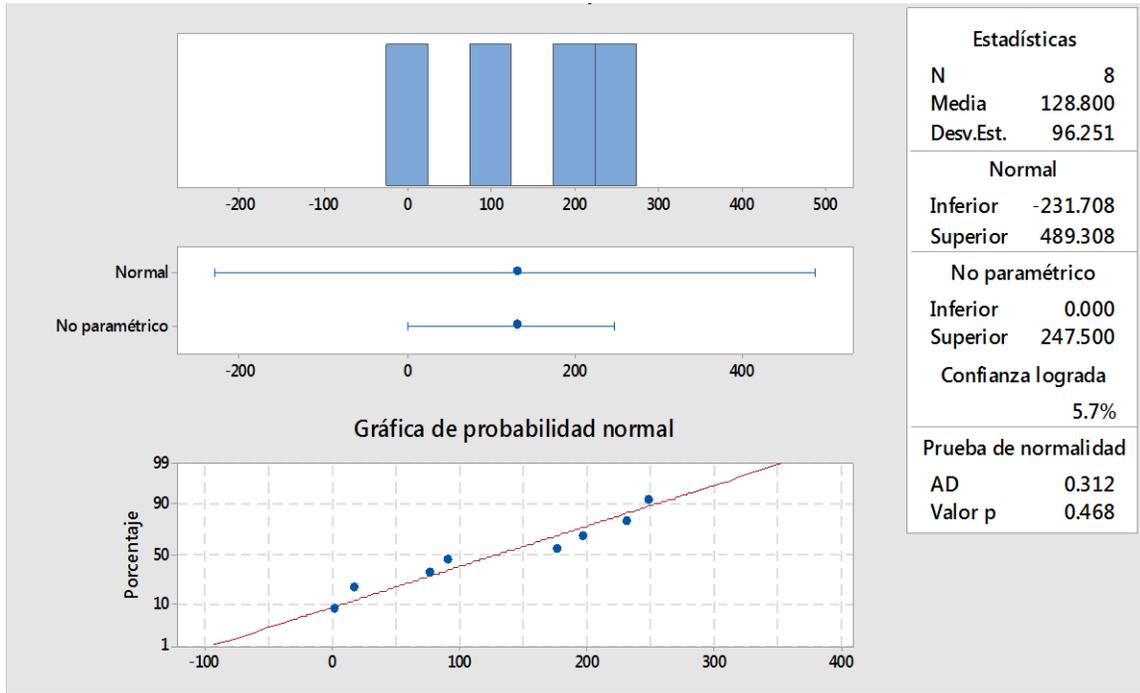


Figura 51. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)

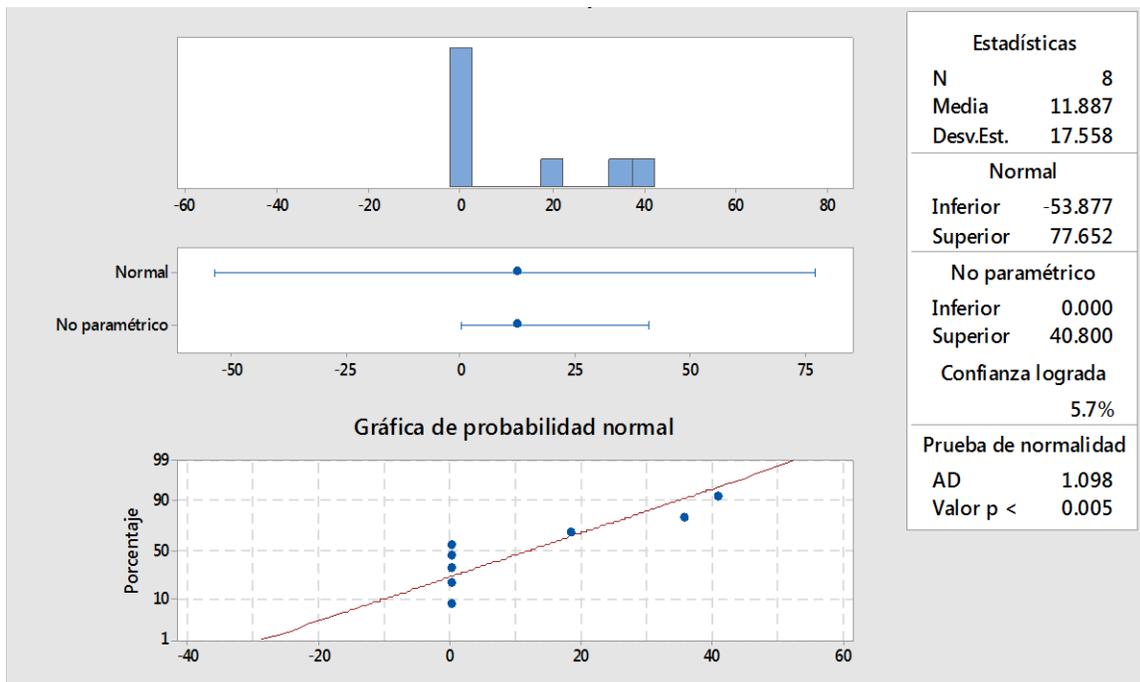


Figura 52. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)

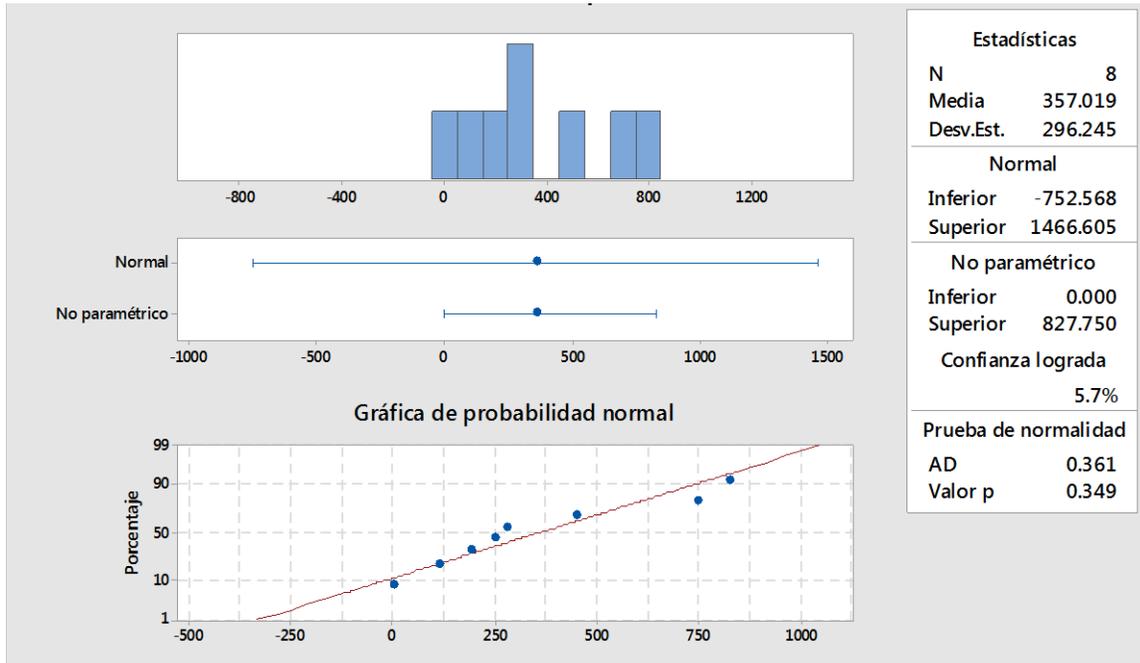


Figura 53. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Cerámica)

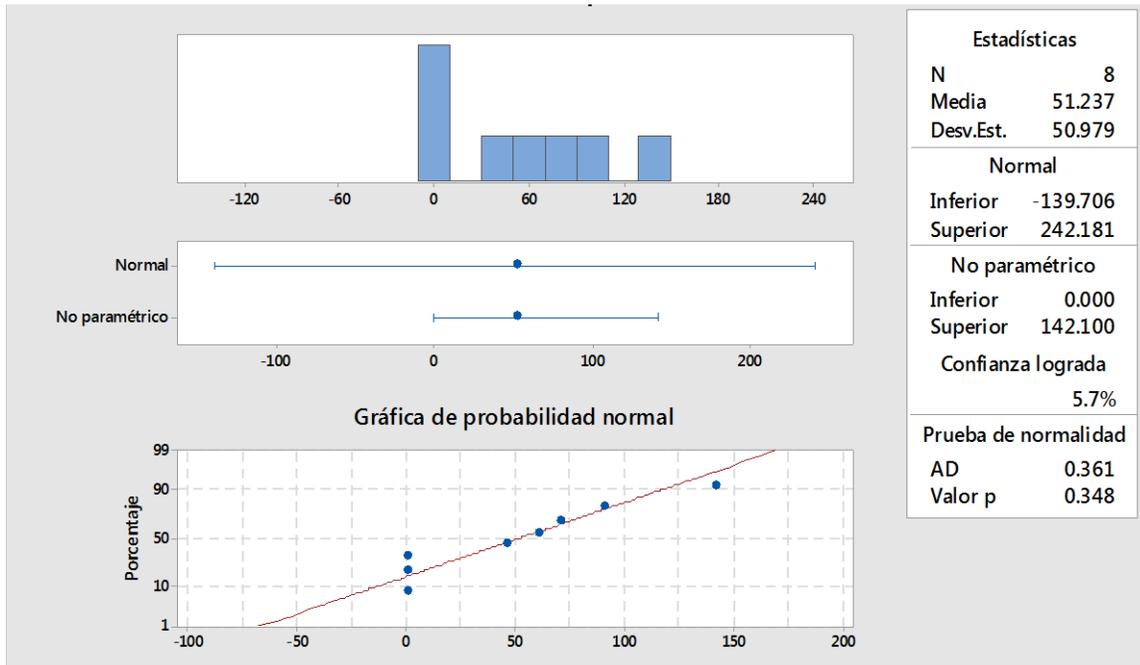


Figura 54. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto)

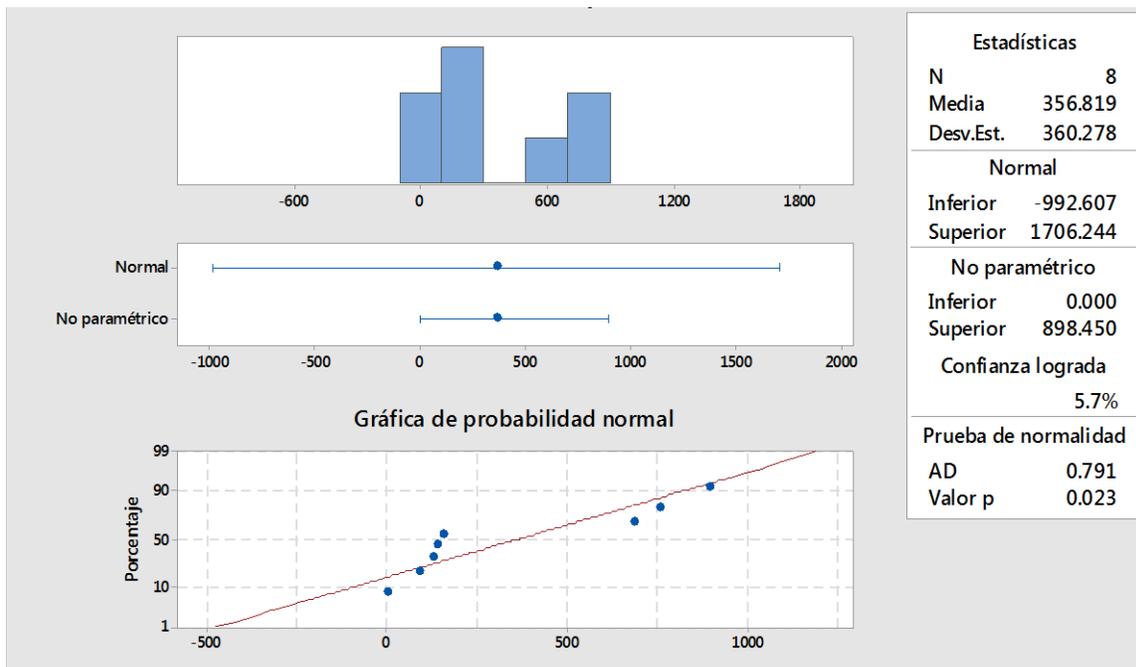


Figura 55. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)

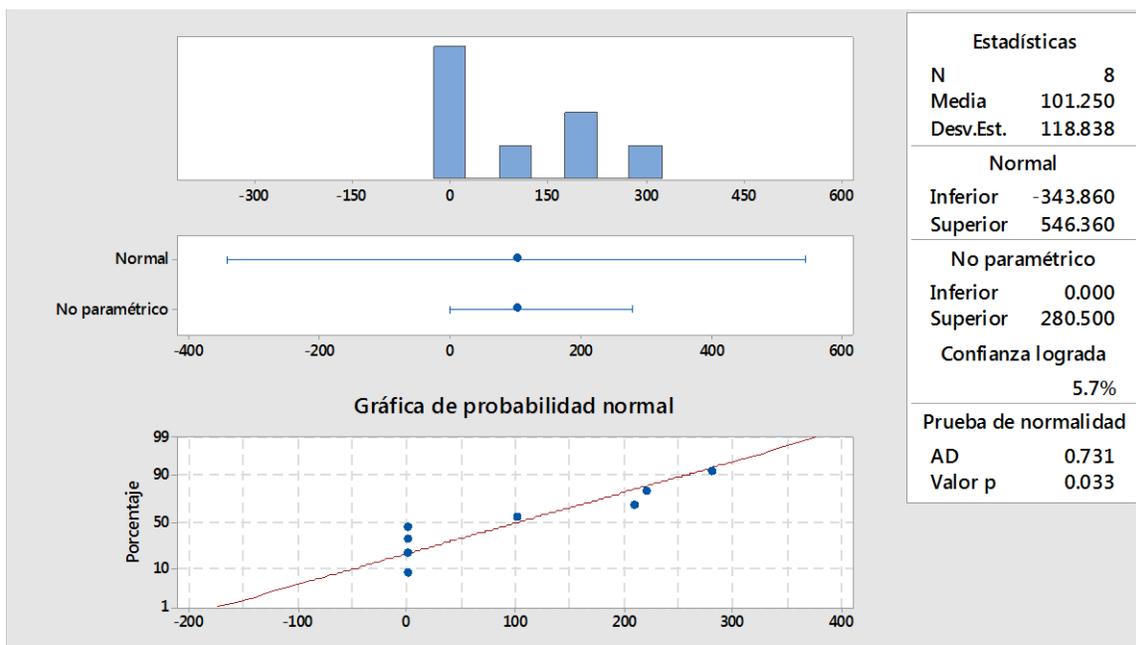


Figura 56. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)

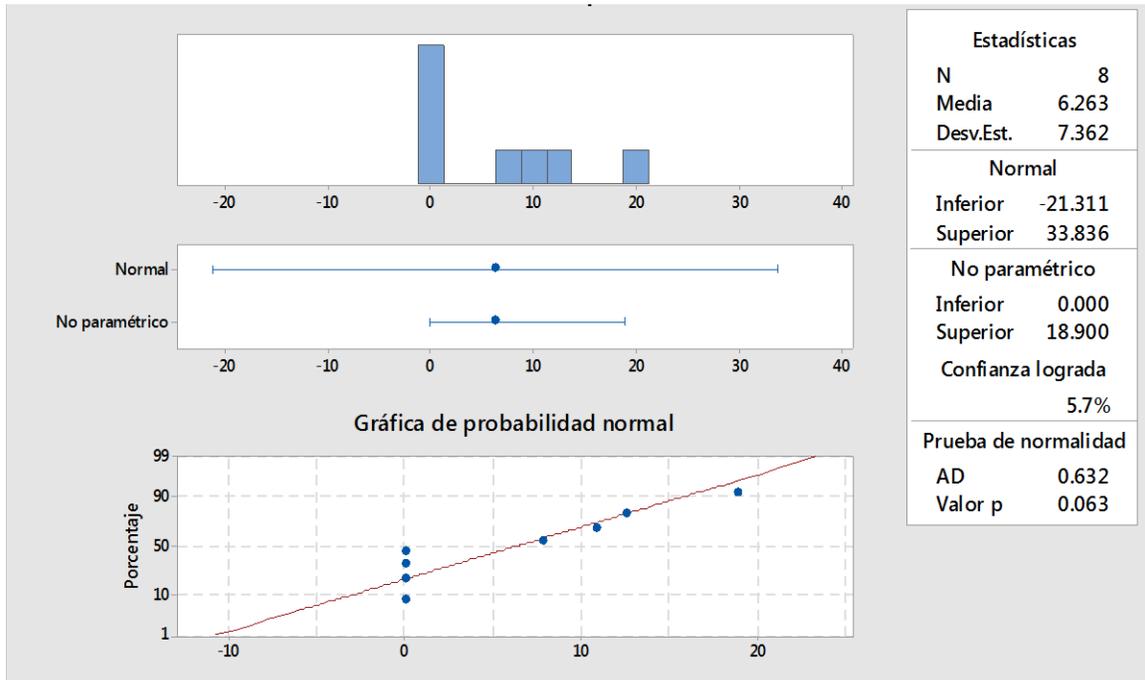


Figura 57. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio)

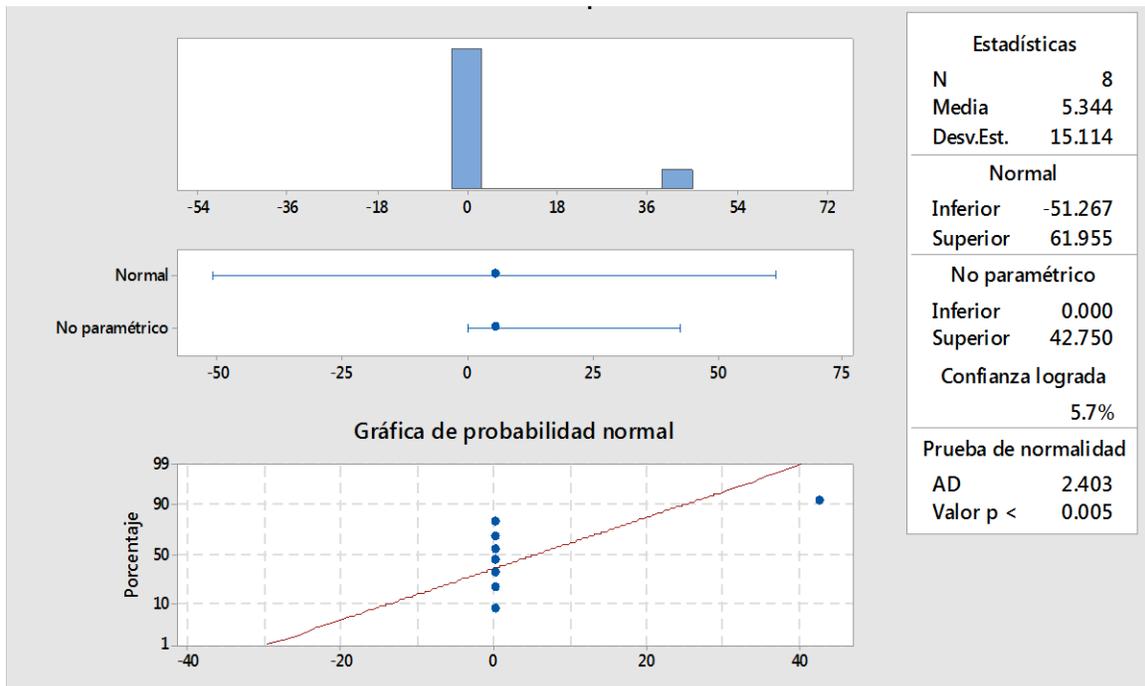


Figura 58. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)

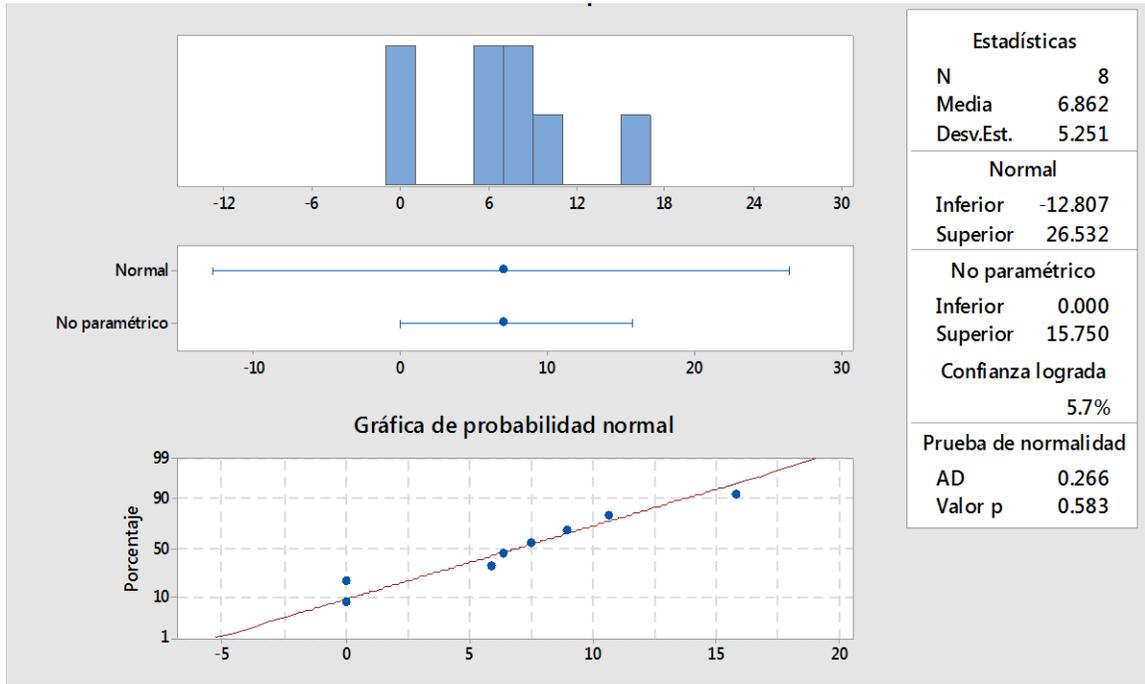
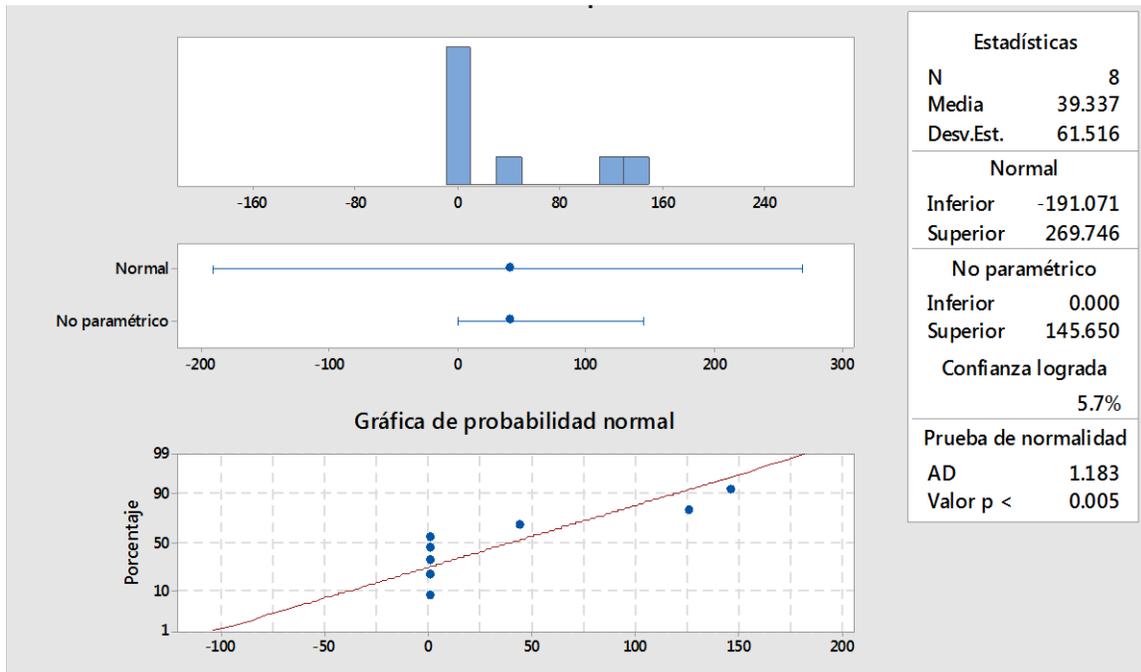


Figura 59. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero)



Anexo 8. Resultados de los Residuos de la Construcción Reutilizables (Material vs Escombreras)

Figura 60. Material vs Escombrera (Vidrio)

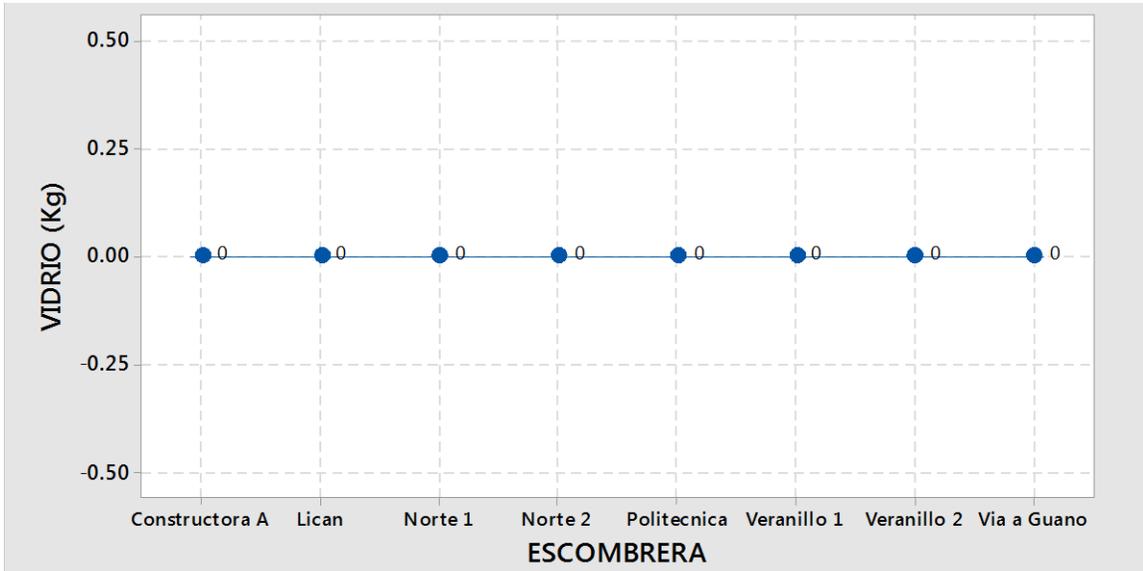


Figura 61. Material vs Escombreras (Madera)

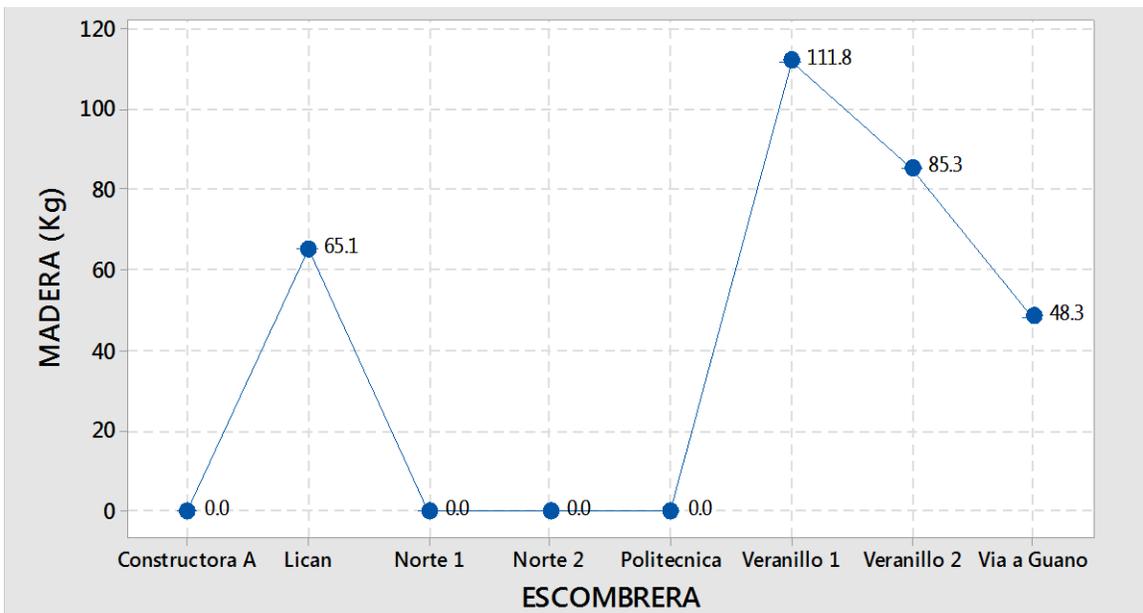


Figura 62. Material vs Escombreras (Agregado)



Figura 63. Material vs Escombreras (Papel y cartón)

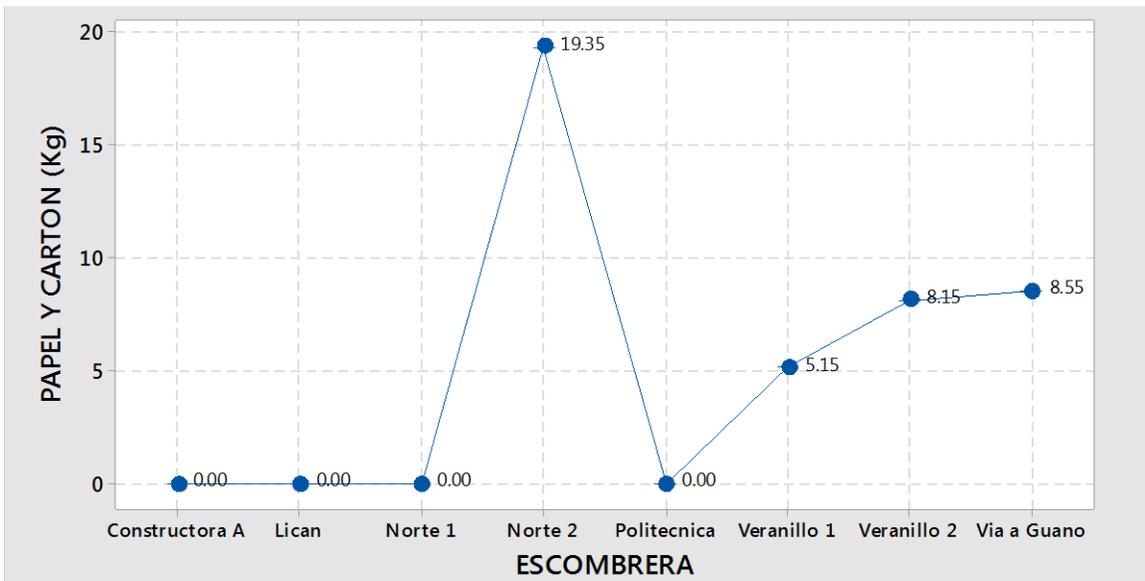


Figura 64. Material vs Escombreras (Ladrillo)

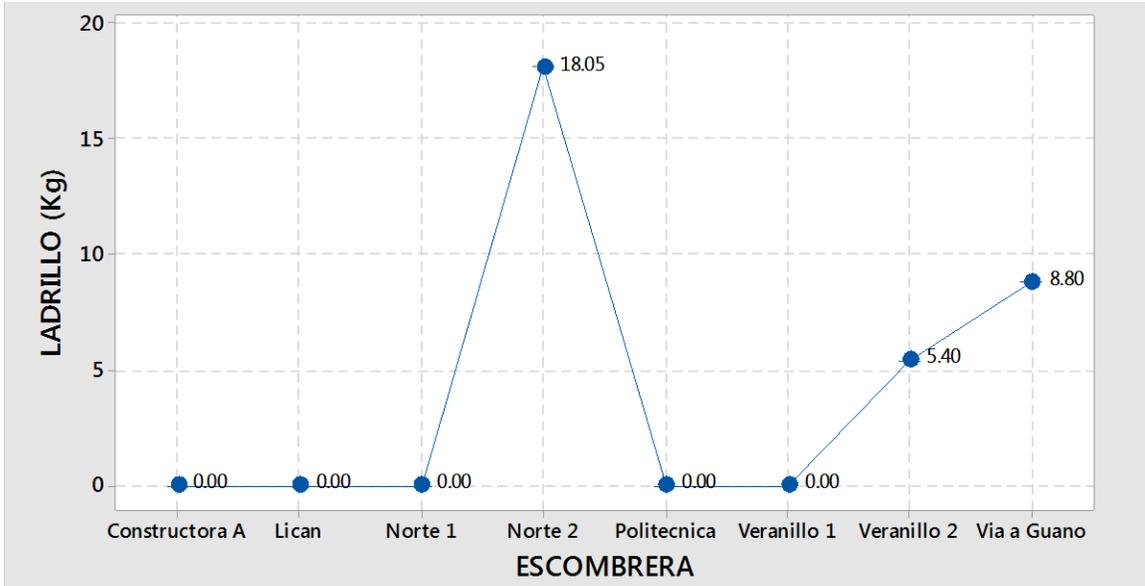


Figura 65. Material vs Escombreras (Cerámica)

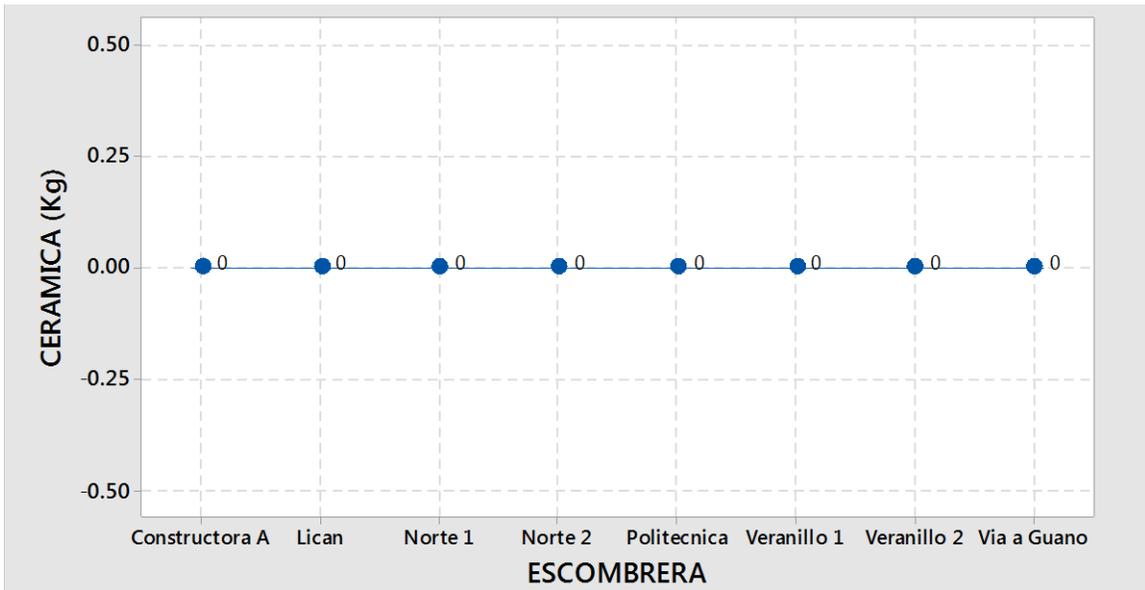


Figura 66. Material vs Escombreras (Concreto)

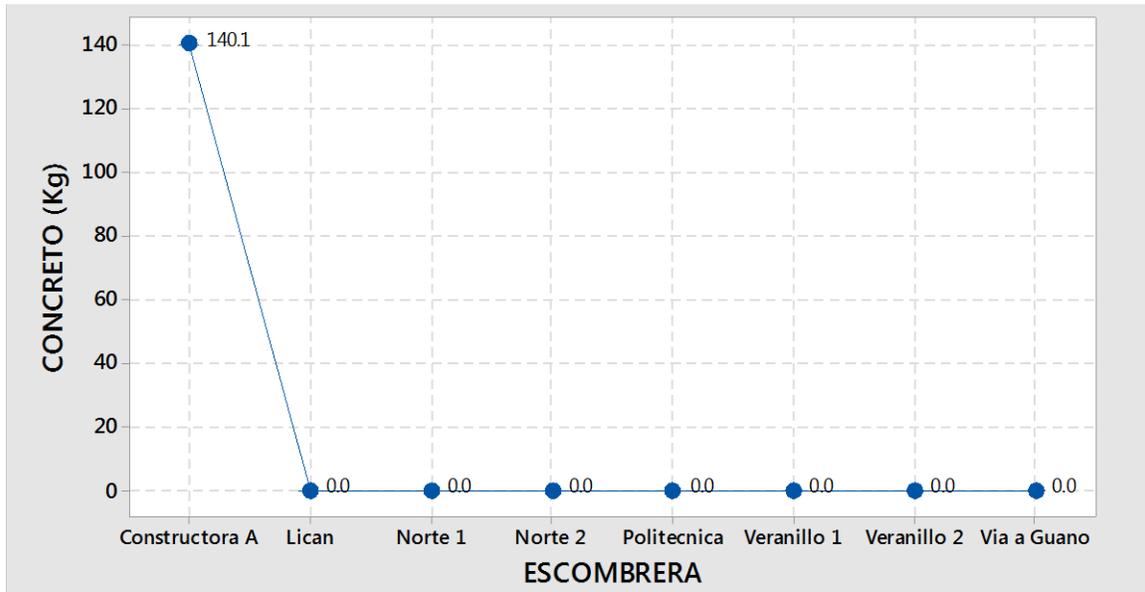


Figura 67. Material vs Escombreras (Material de demolición)

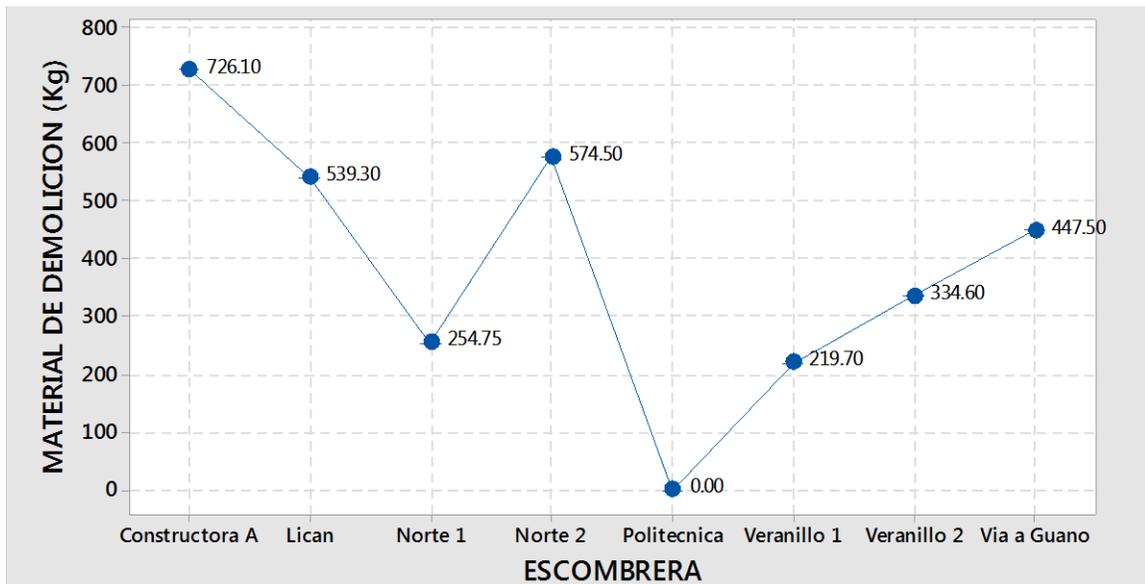


Figura 68. Material vs Escombreras (Tuberías)

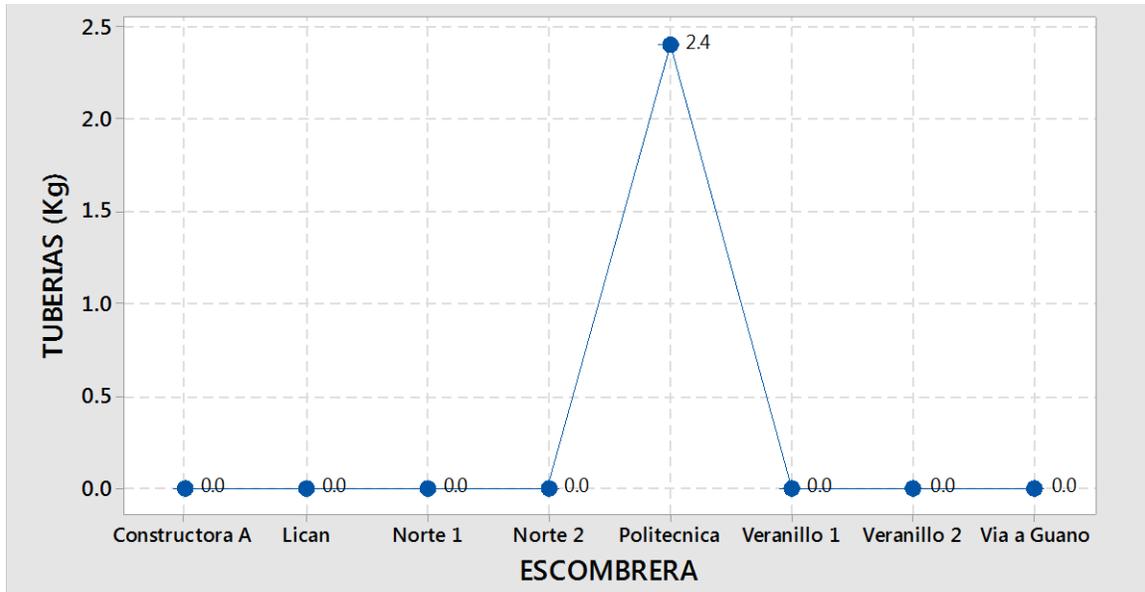


Figura 69. Material vs Escombreras (Botellas vidrio)

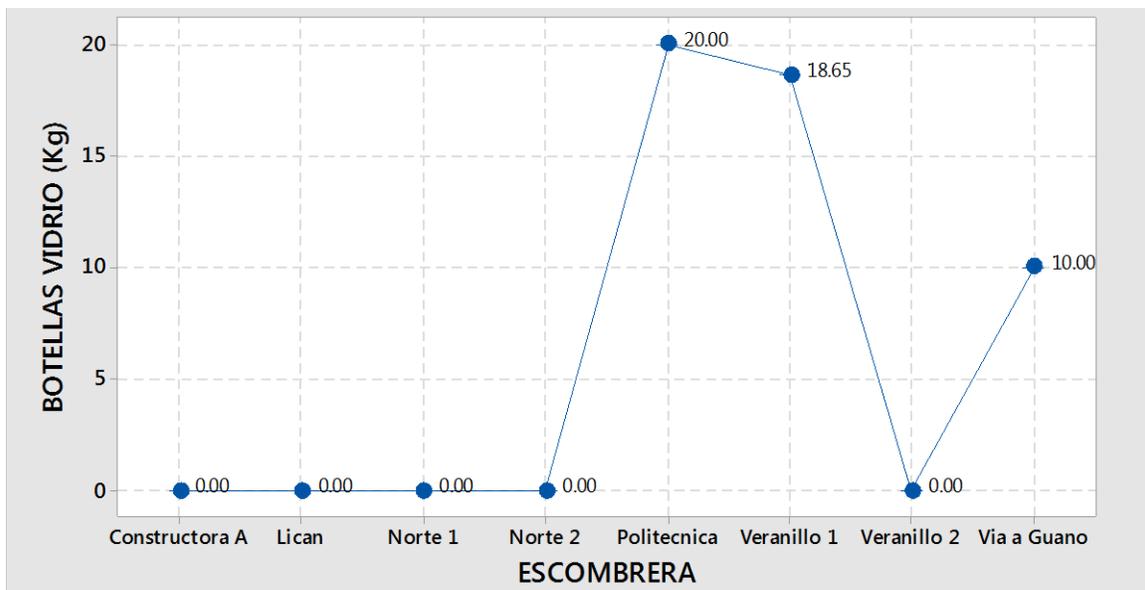


Figura 70. Material vs Escombreras (Manguera negra)

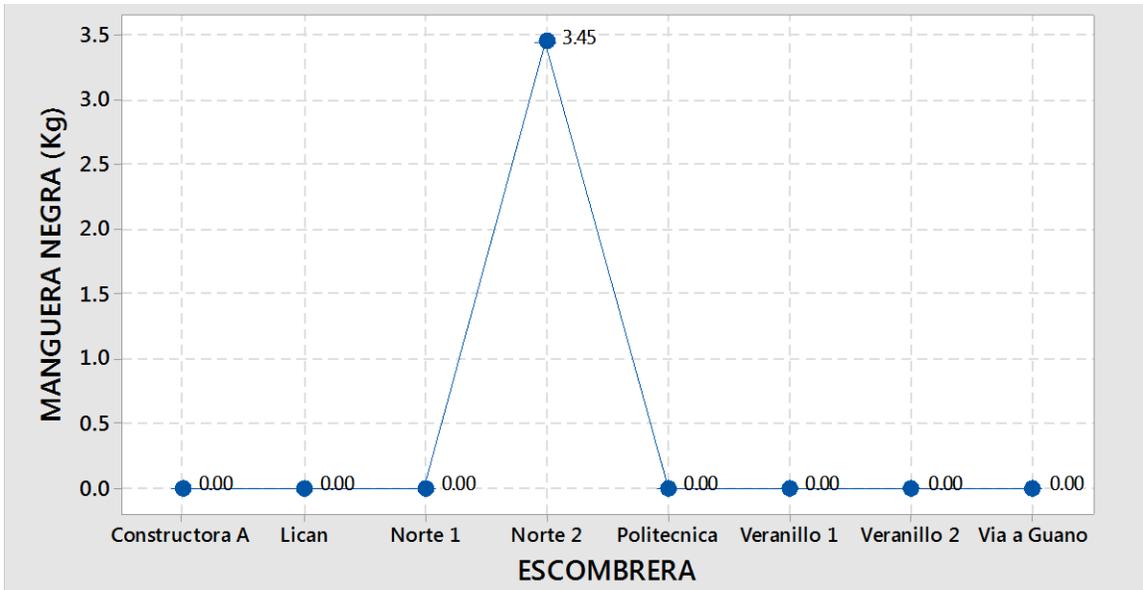
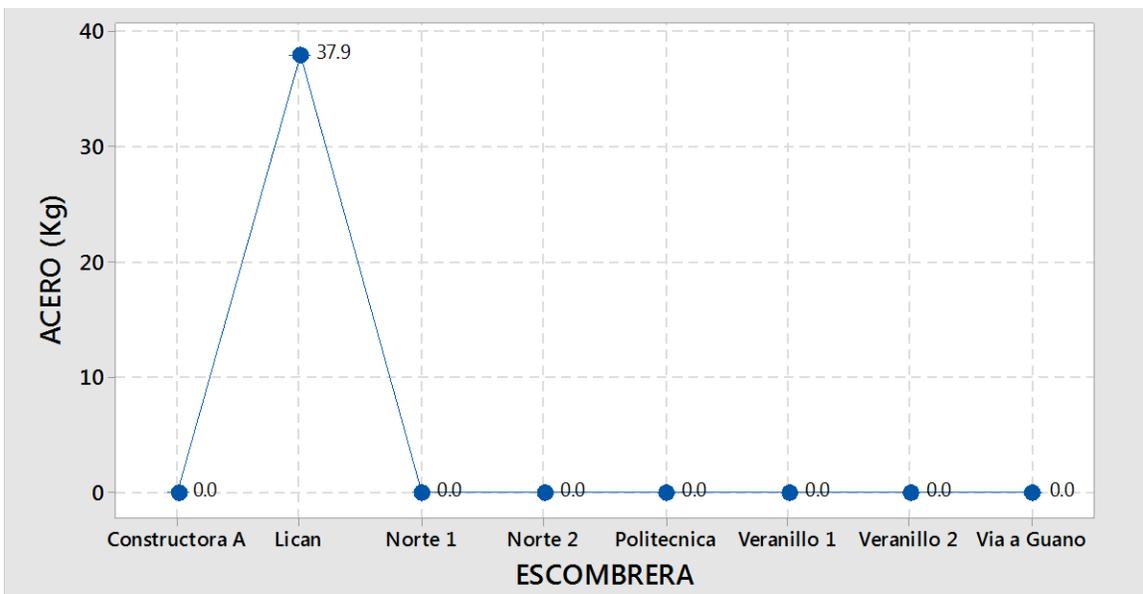


Figura 71. Material vs Escombreras (Acero)



Anexo 9. Resultados de los Residuos de la Construcción Reutilizables (Intervalos de Tolerancia)

Figura 72. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)

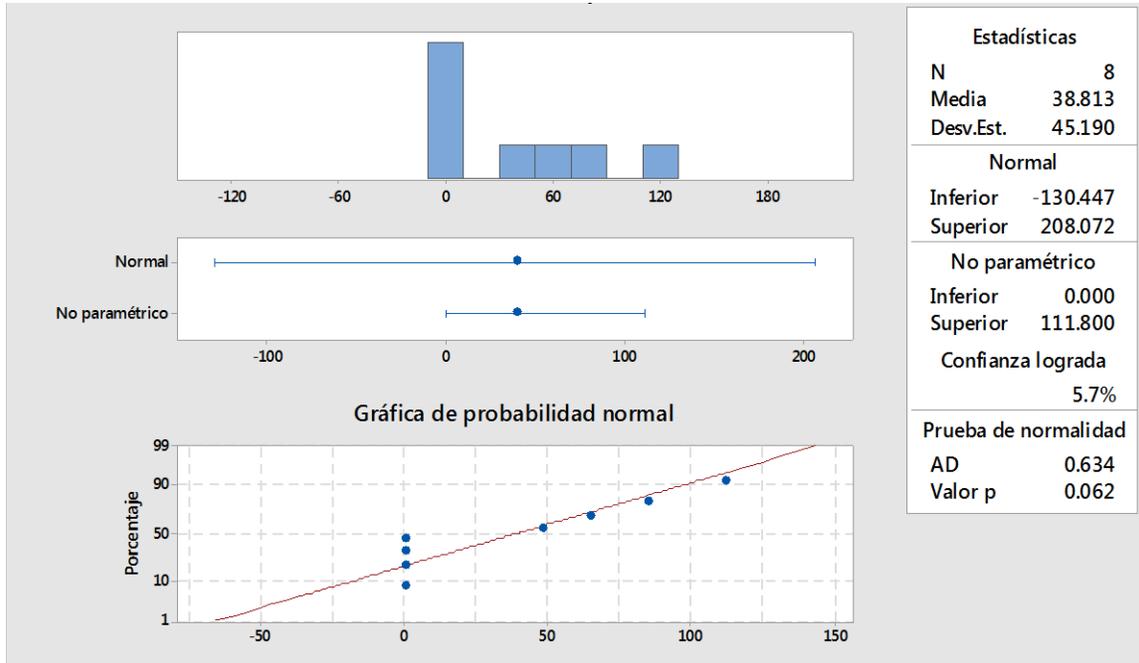


Figura 73. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregado)

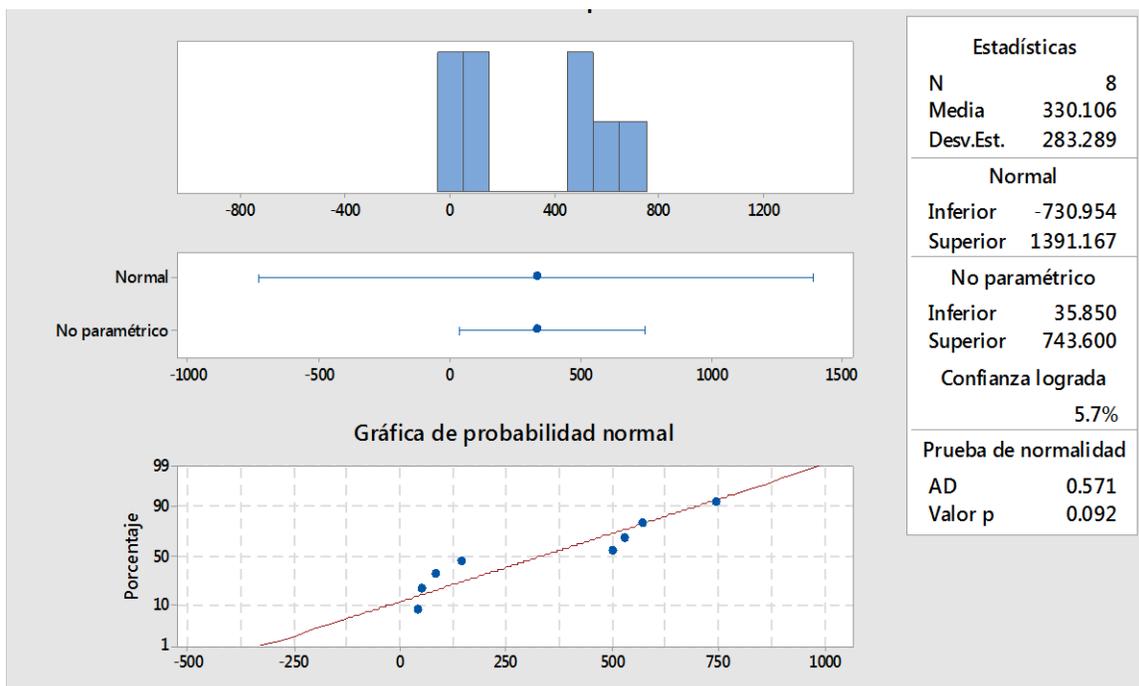


Figura 74. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)

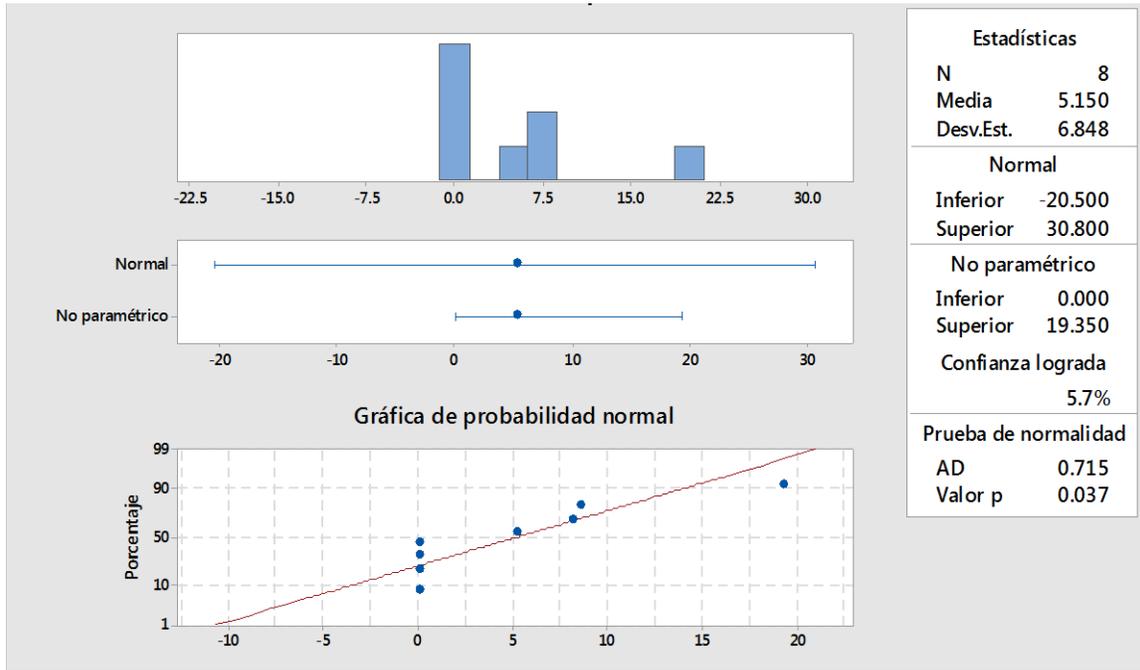


Figura 75. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)

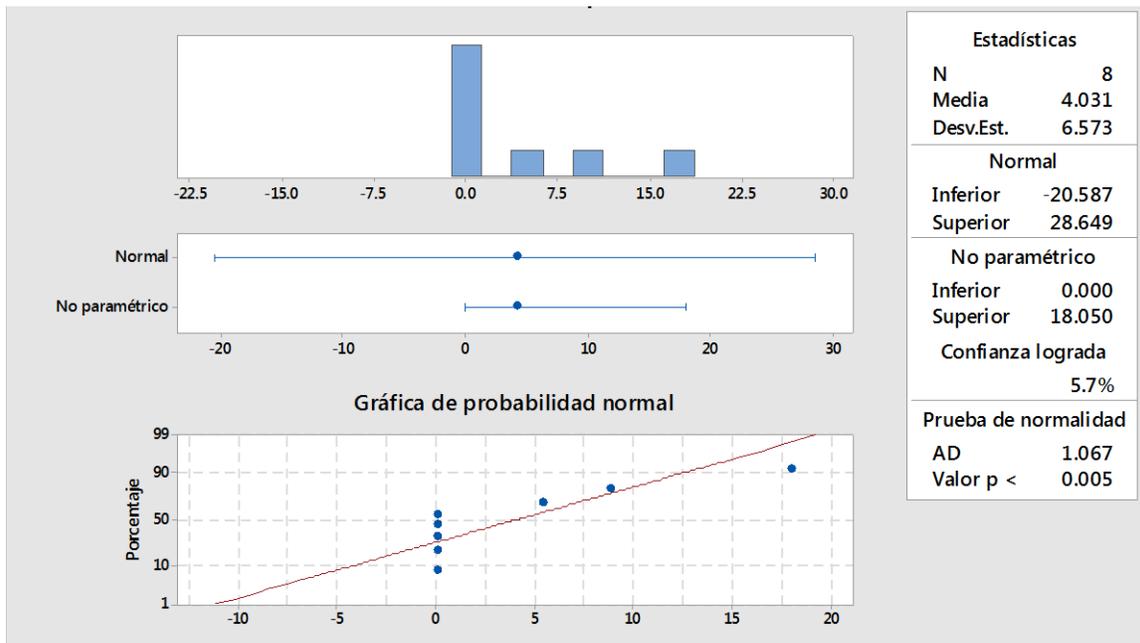


Figura 76. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto)

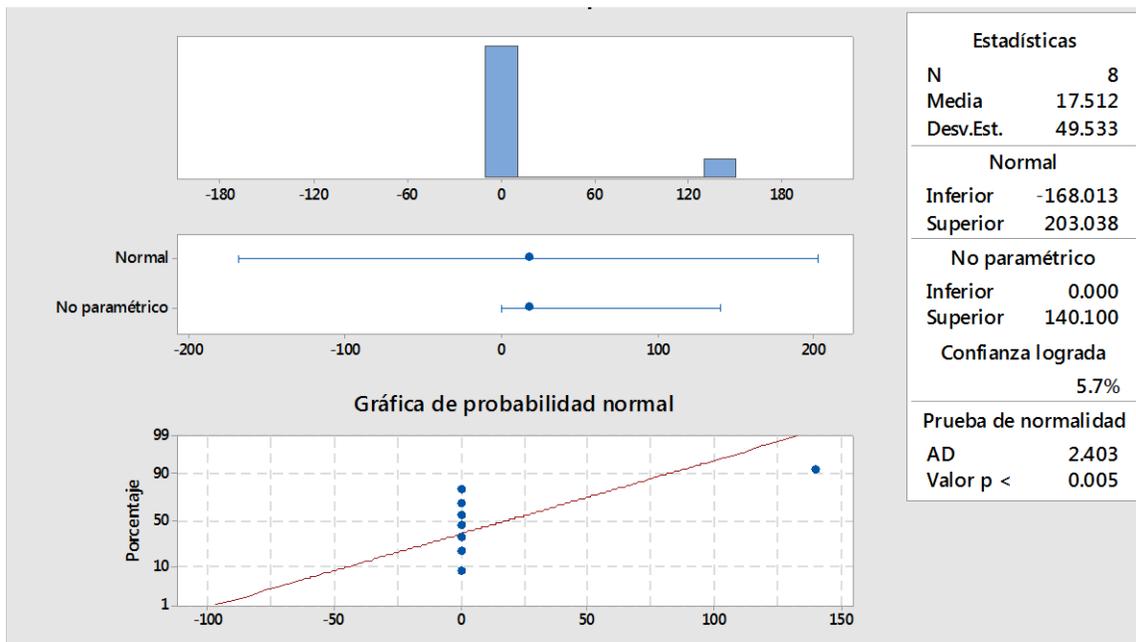


Figura 77. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)

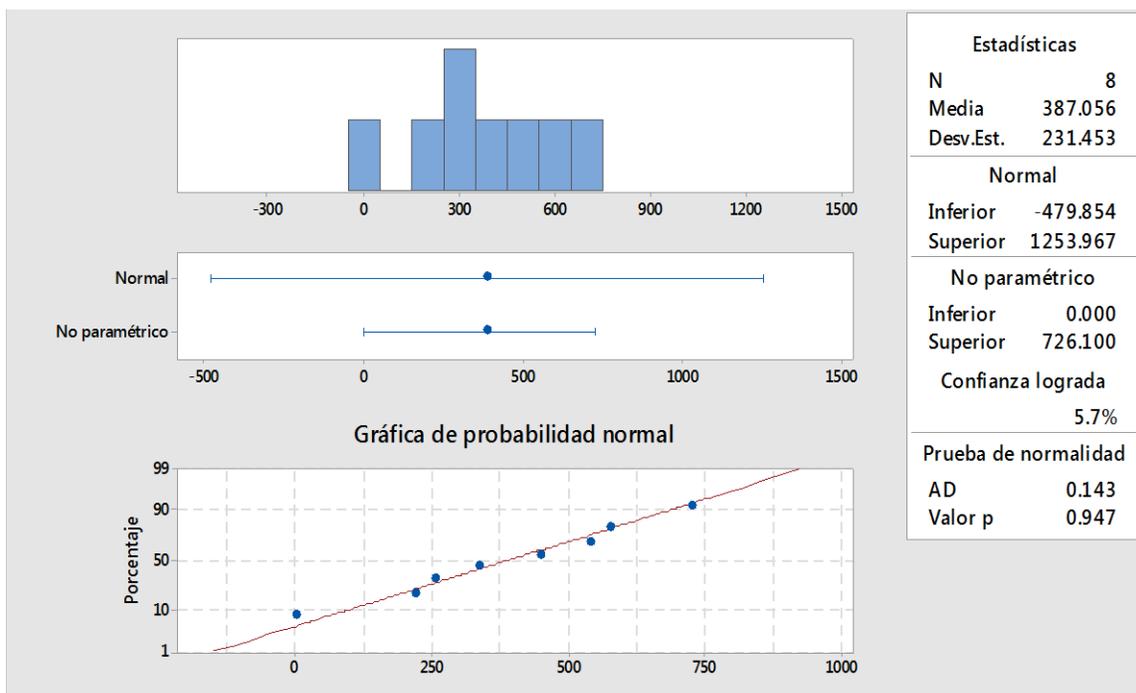


Figura 78. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)

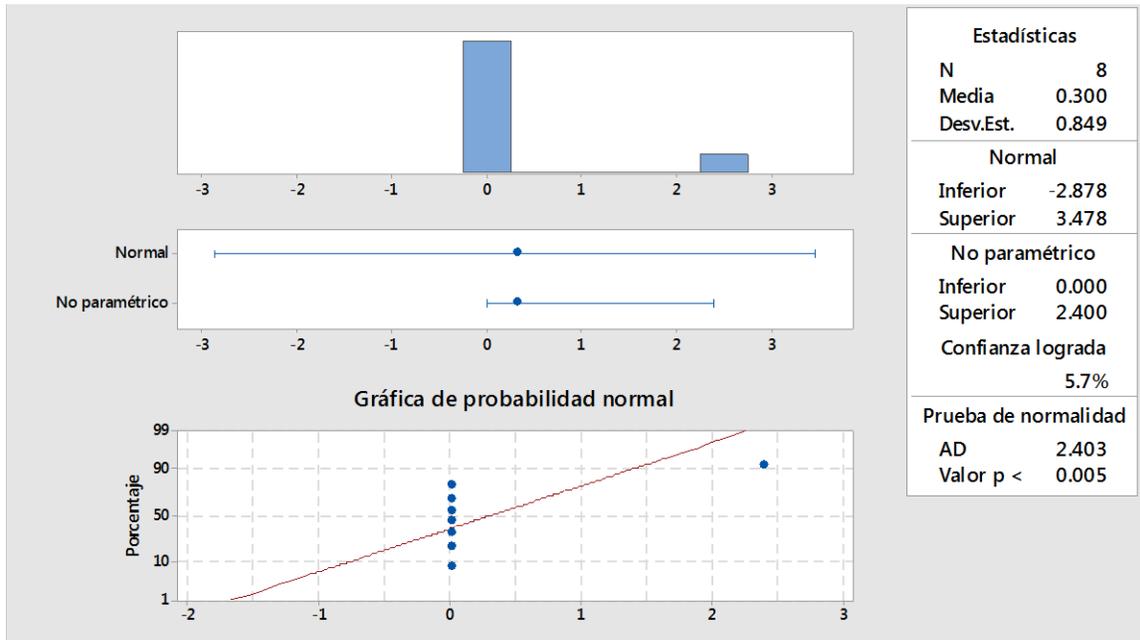


Figura 79. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio)

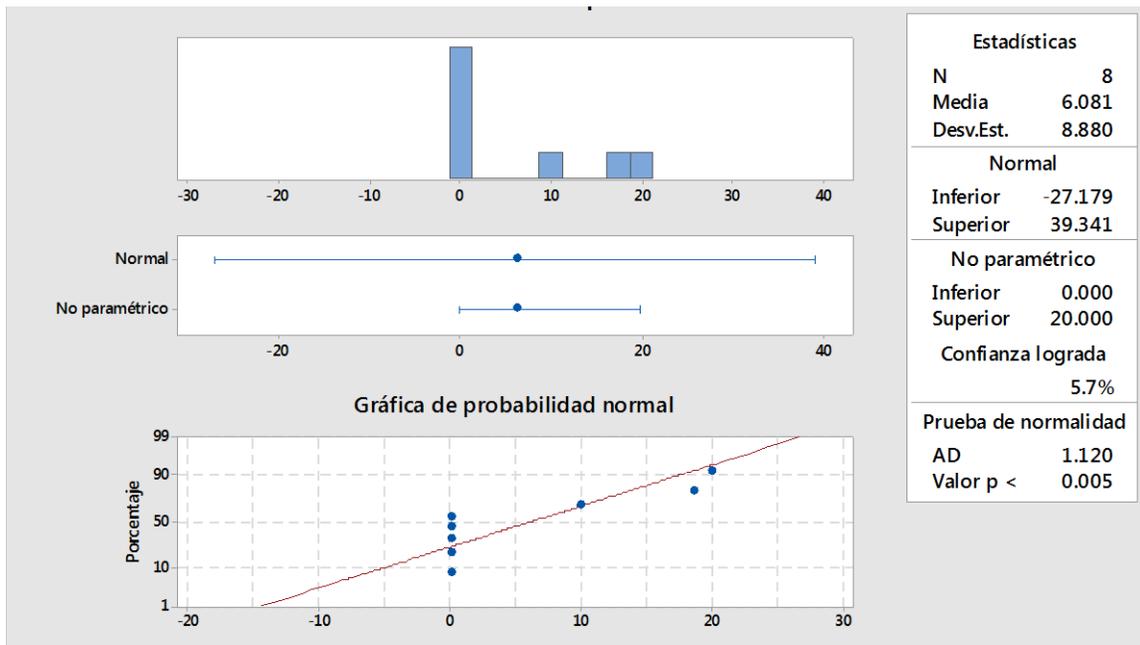


Figura 80. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)

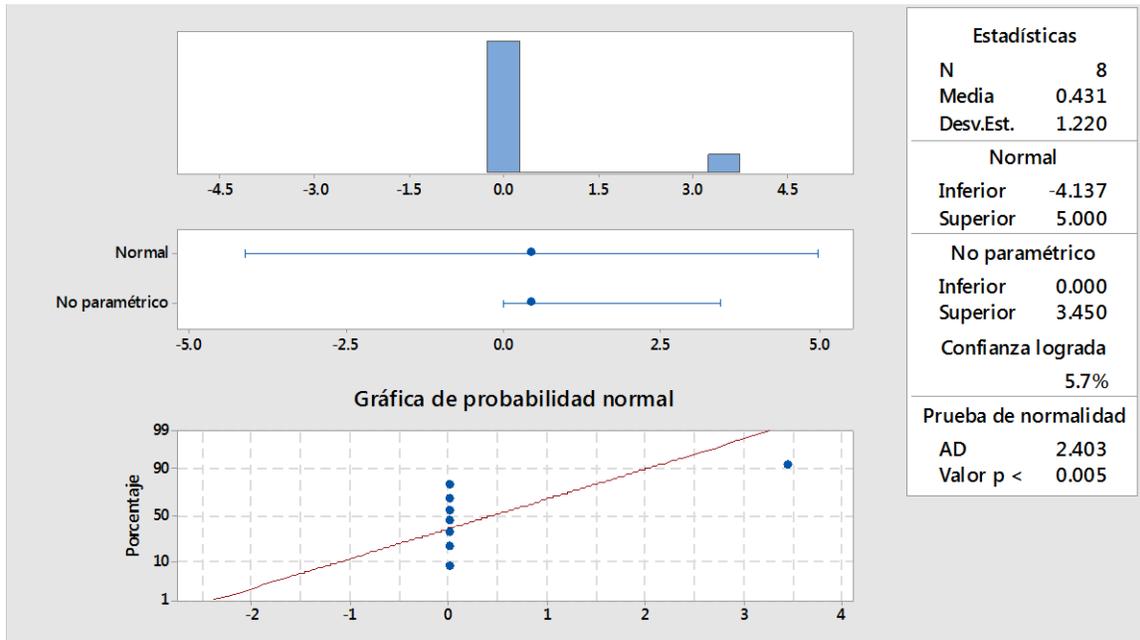
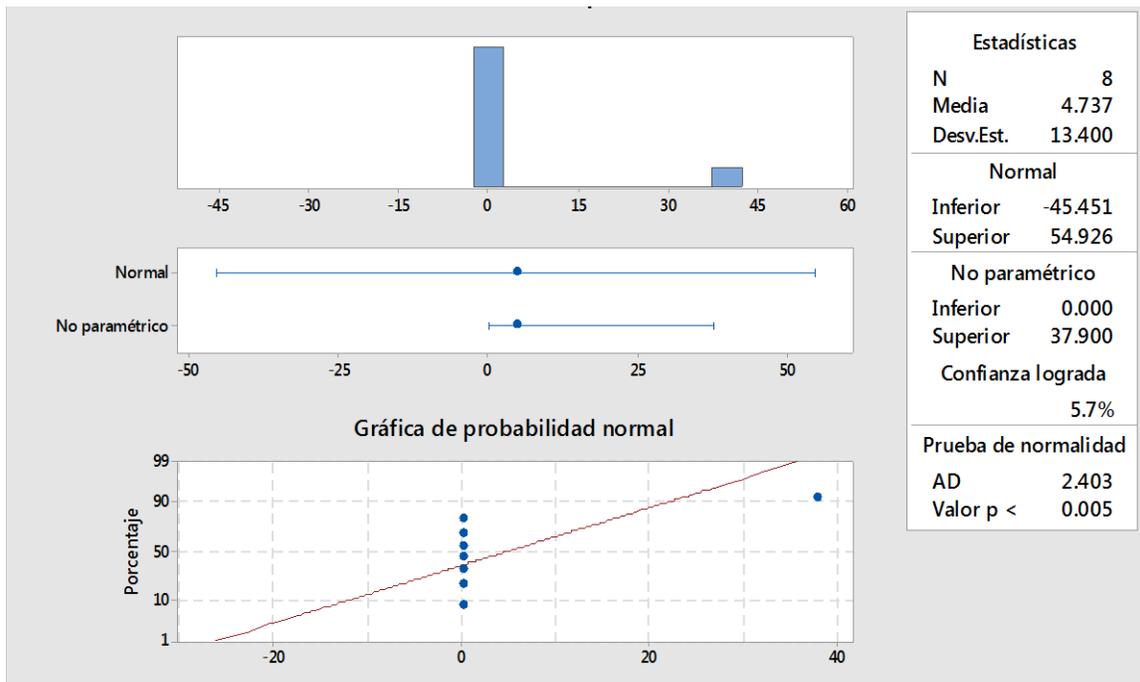


Figura 81. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero)



Anexo 10. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reutilizables (Material vs Escombreras)

Figura 82. Material vs Escombreras (Vidrio)

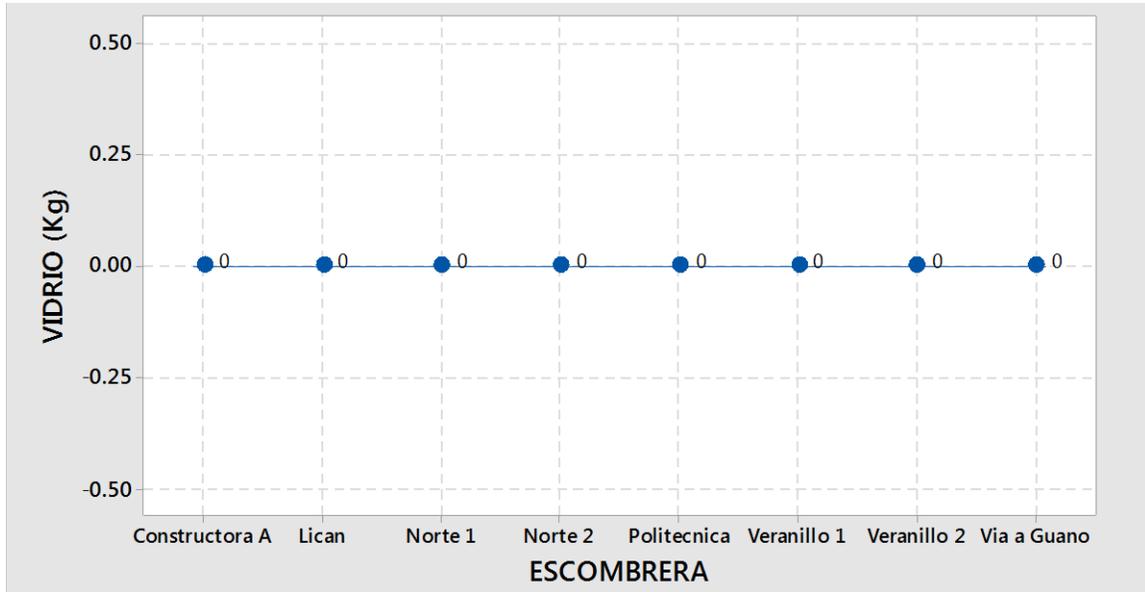


Figura 83. Material vs Escombreras (Madera)

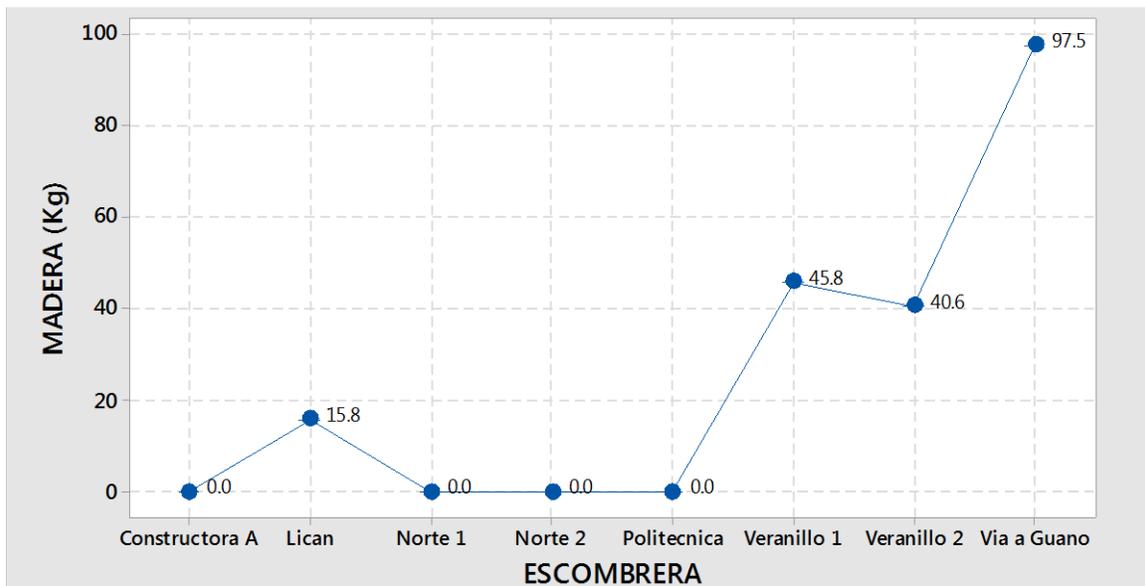


Figura 84. Material vs Escombreras (Agregados)

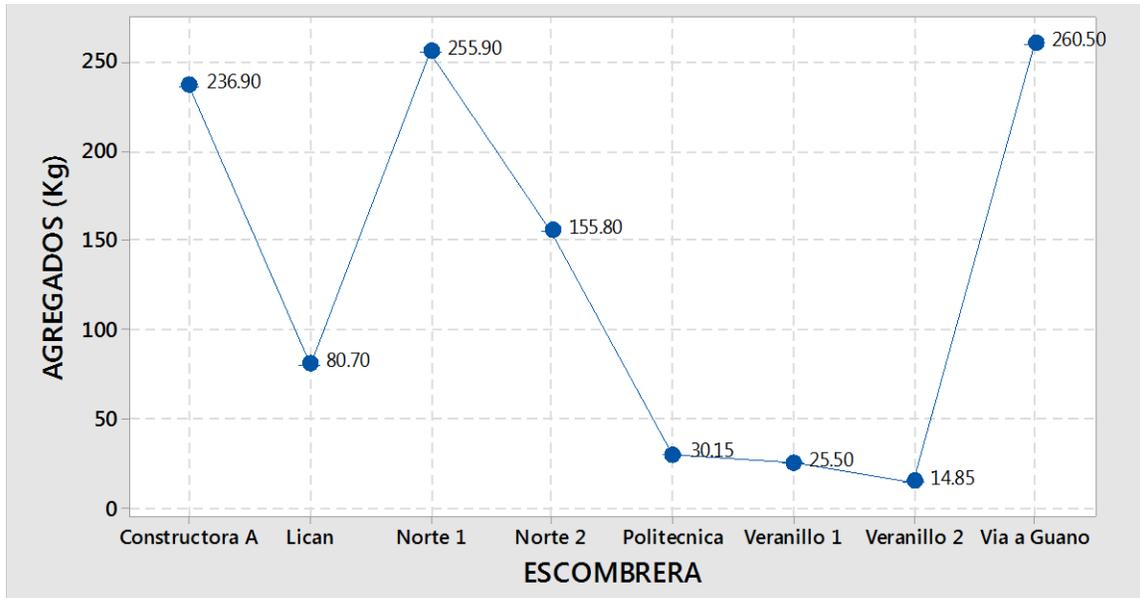


Figura 85. Material vs Escombreras (Papel y cartón)

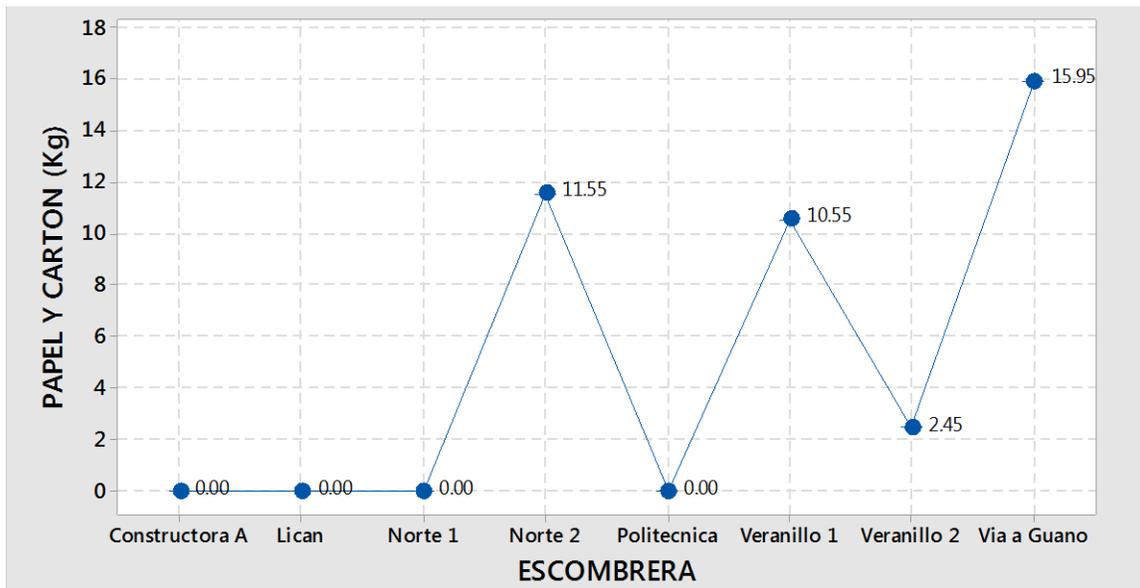


Figura 86. Material vs Escombreras (Ladrillo)

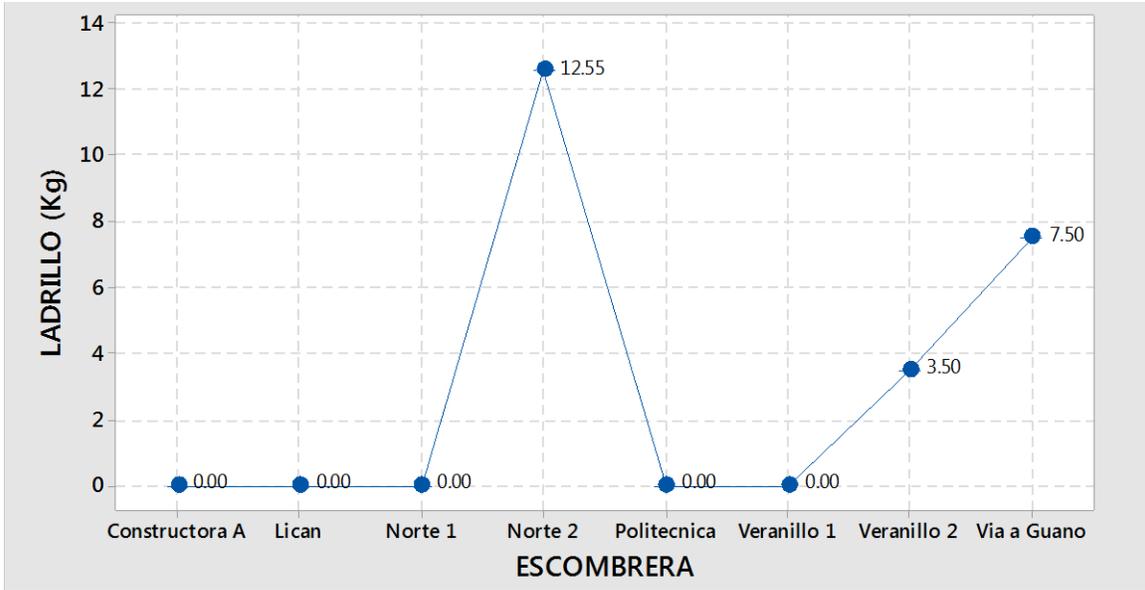


Figura 87. Material vs Escombreras (Cerámica)

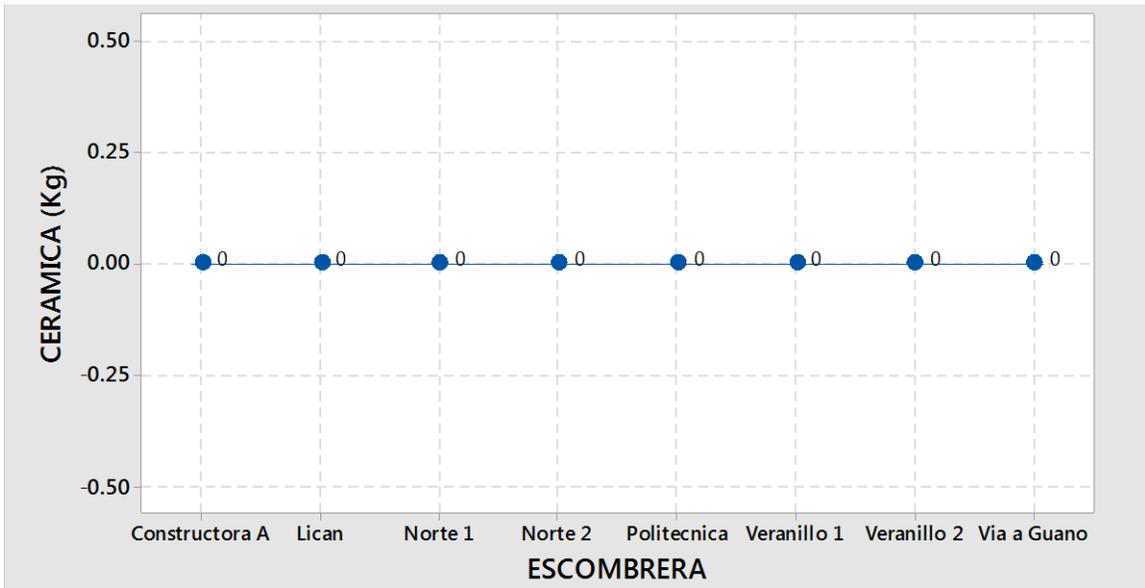


Figura 88. Material vs Escombreras (Concreto)

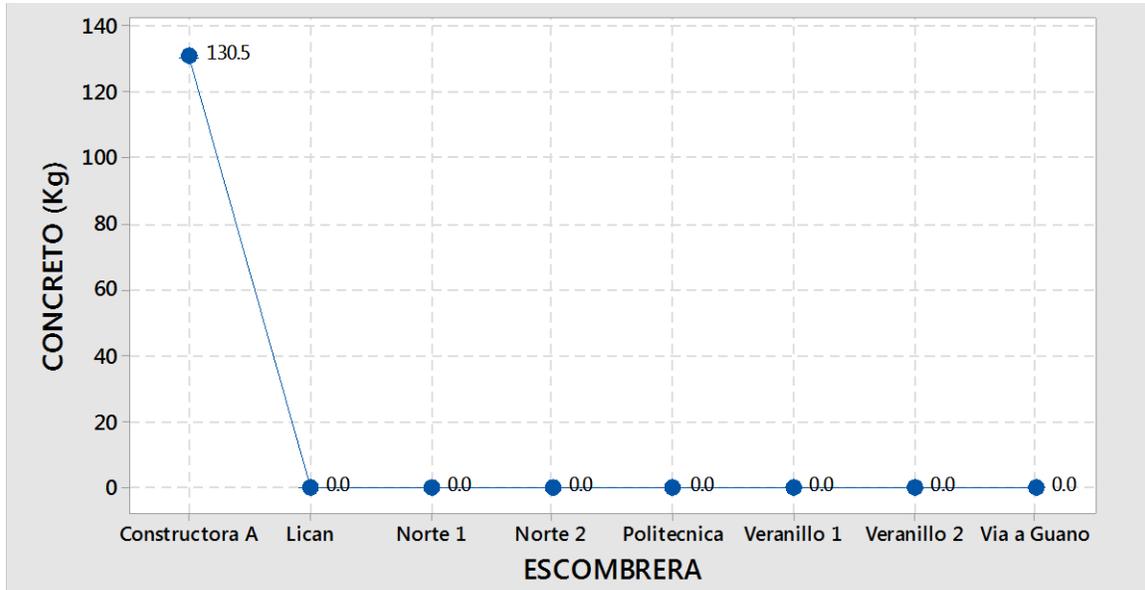


Figura 89. Material vs Escombreras (Material de demolición)

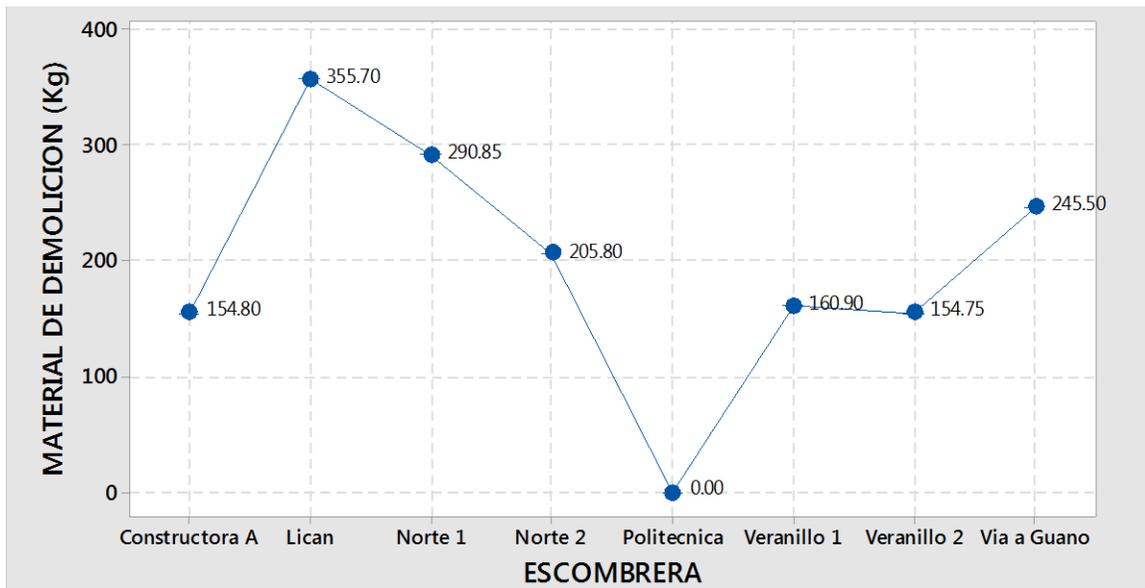


Figura 90. Material vs Escombreras (Tuberías)

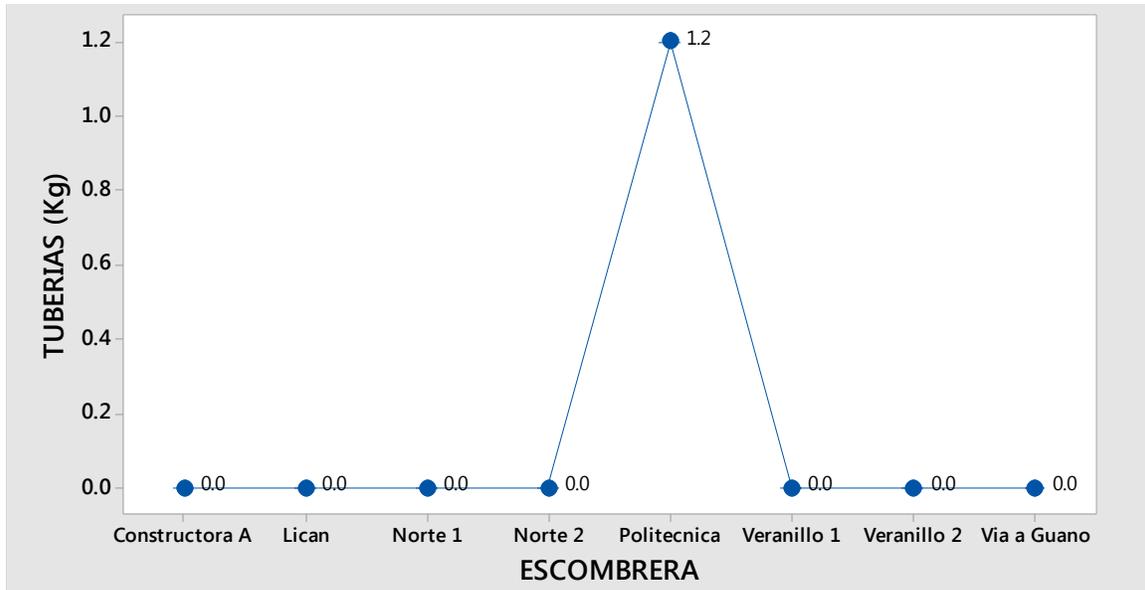


Figura 91. Material vs Escombreras (Botellas vidrio)

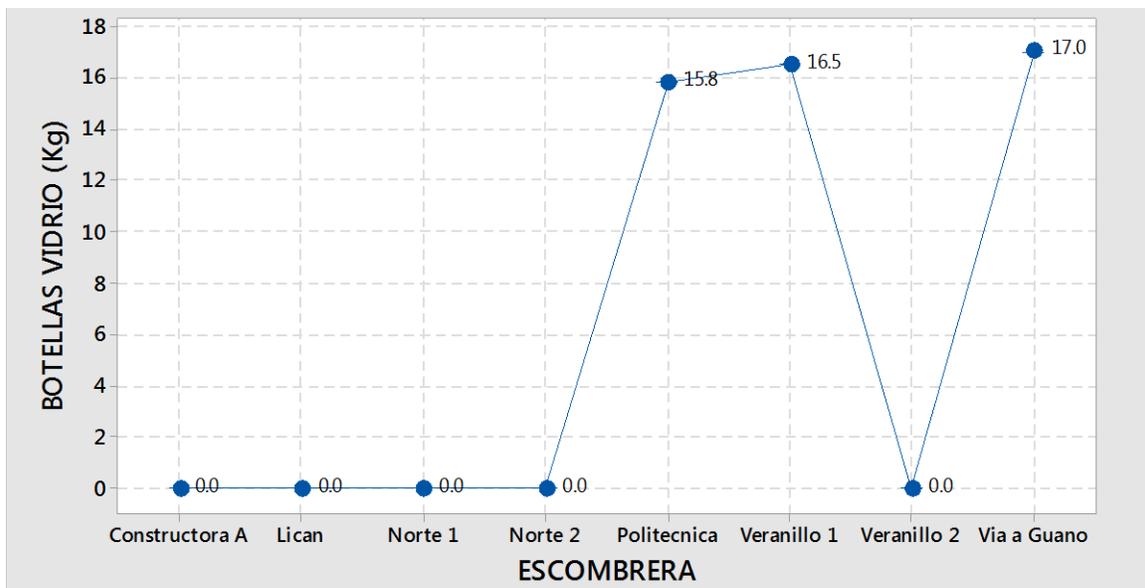


Figura 92. Material vs Escombreras (Manguera negra)

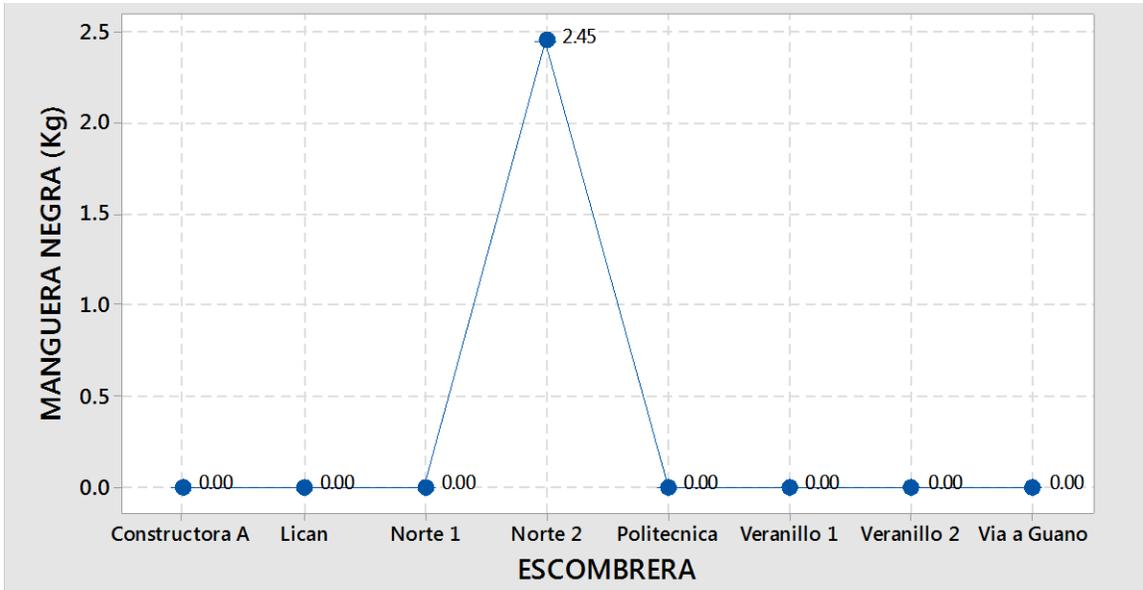
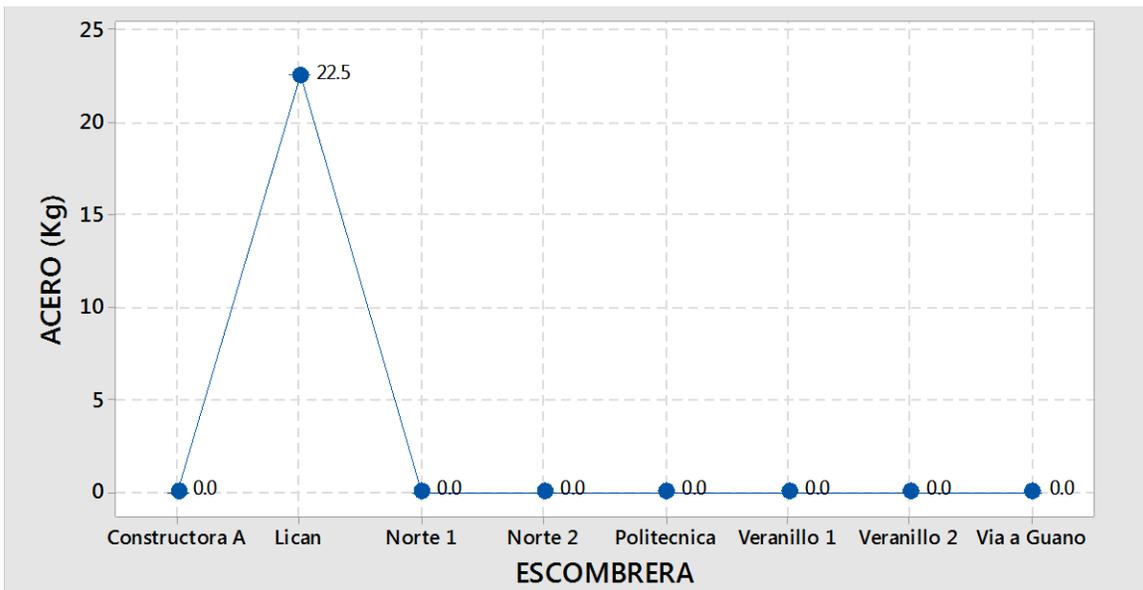


Figura 93. Material vs Escombreras (Acero)



Anexo 11. Resultados de los Residuos de la Construcción No Reutilizables (Intervalos de Tolerancia)

Figura 94. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Madera)

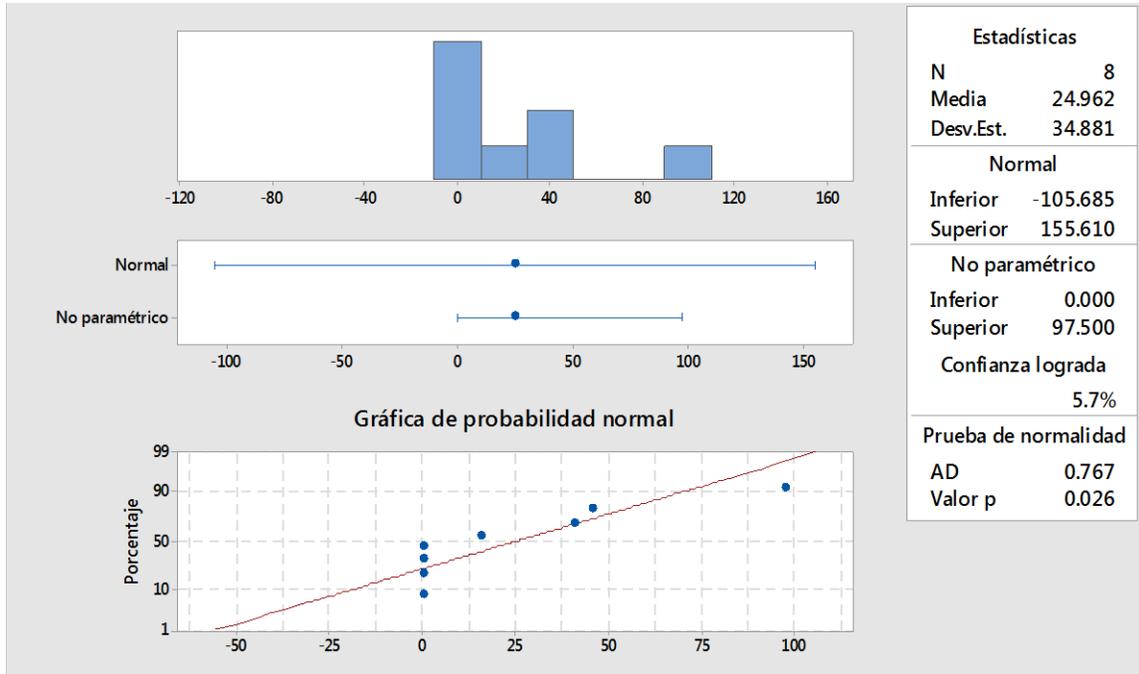


Figura 95. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Agregados)

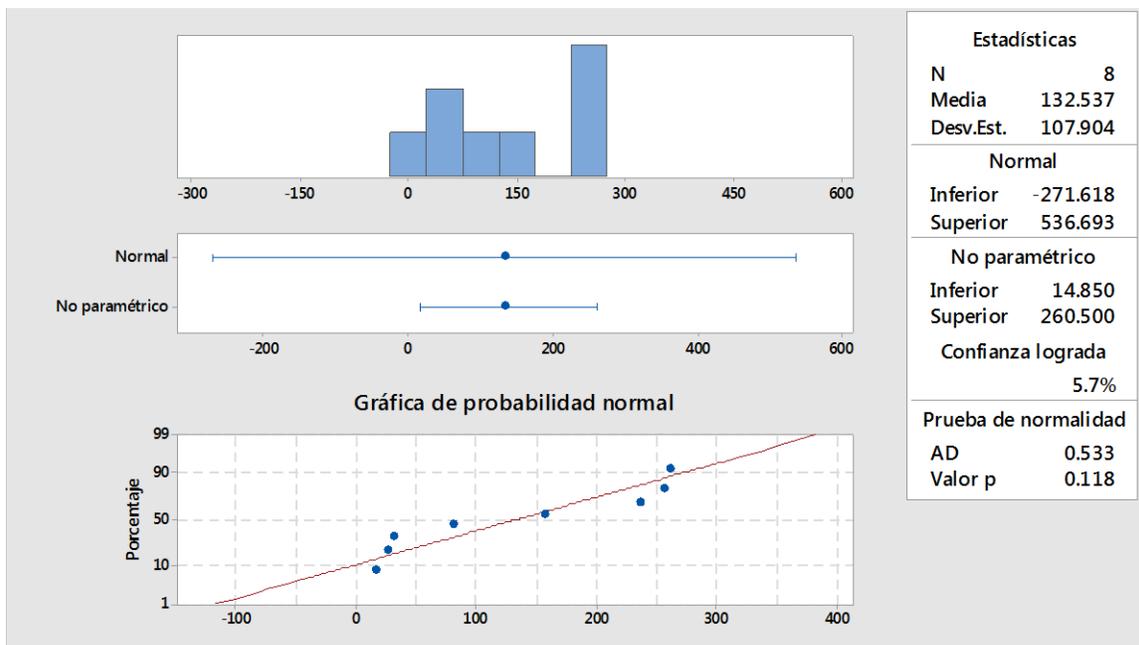


Figura 96. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Papel y cartón)

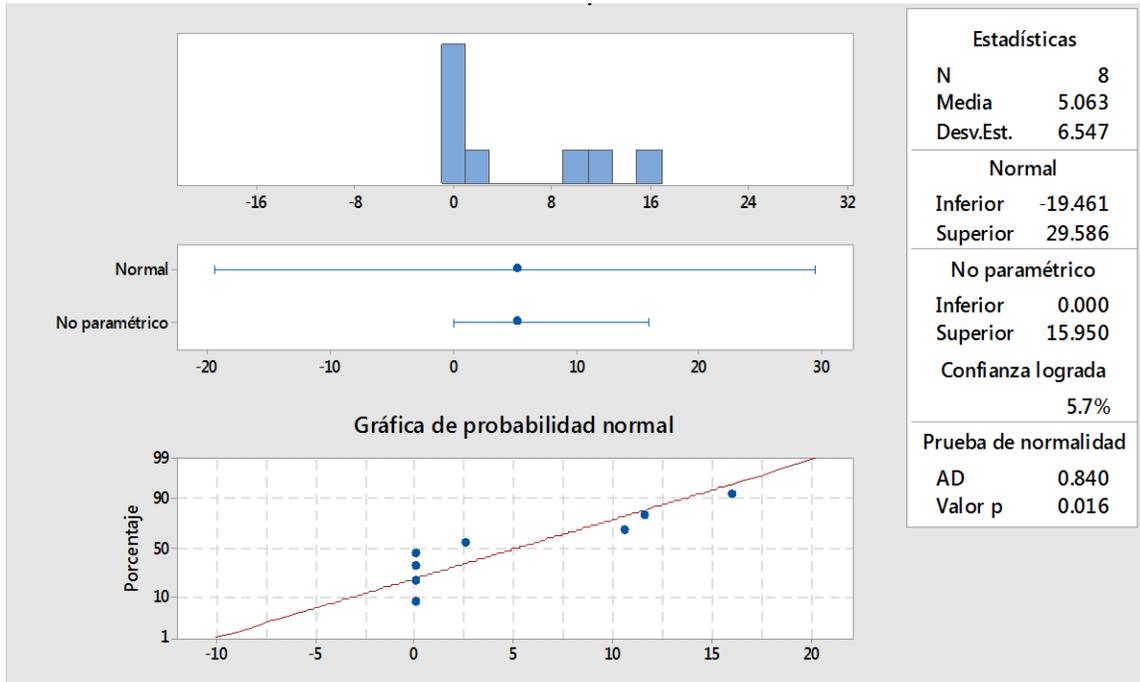


Figura 97. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Ladrillo)

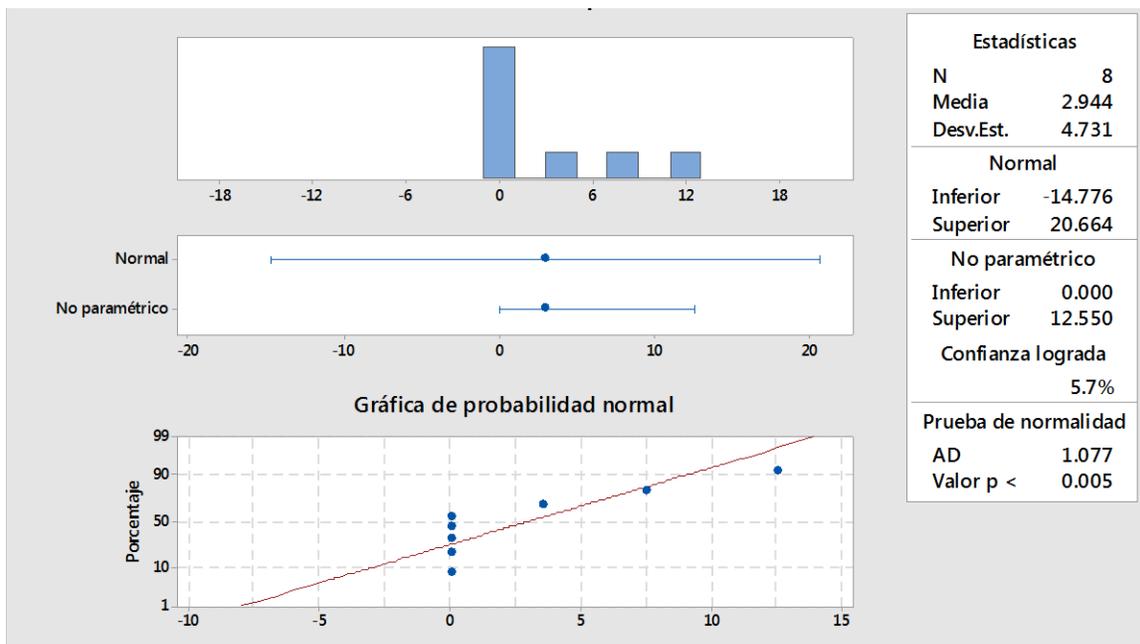


Figura 98. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Concreto)

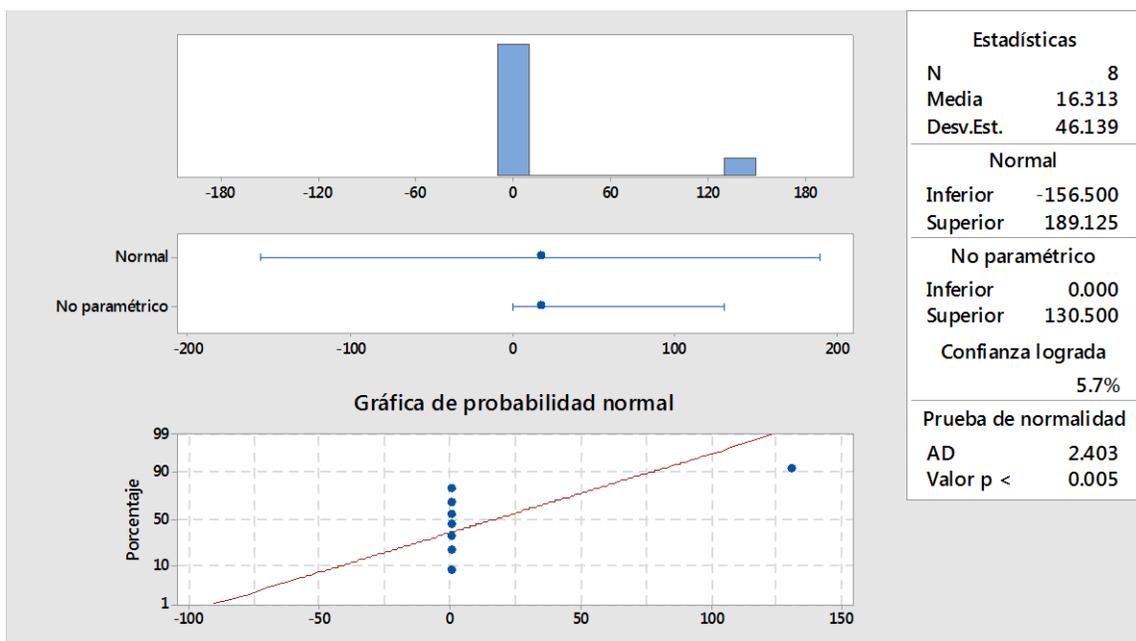


Figura 99. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Material de demolición)

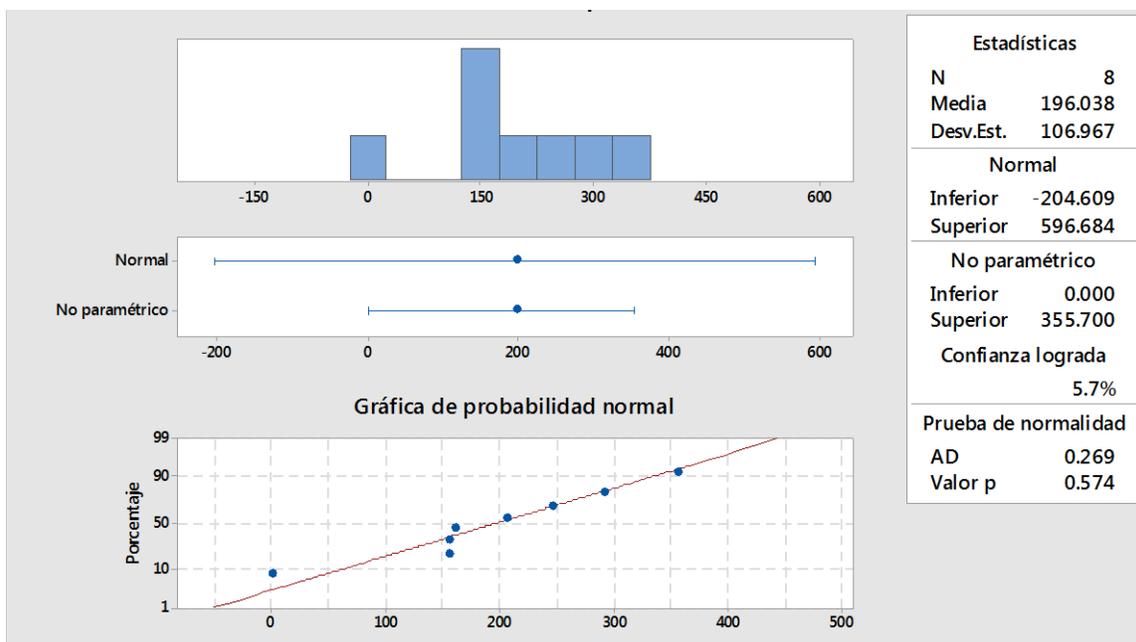


Figura 100. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Tuberías)

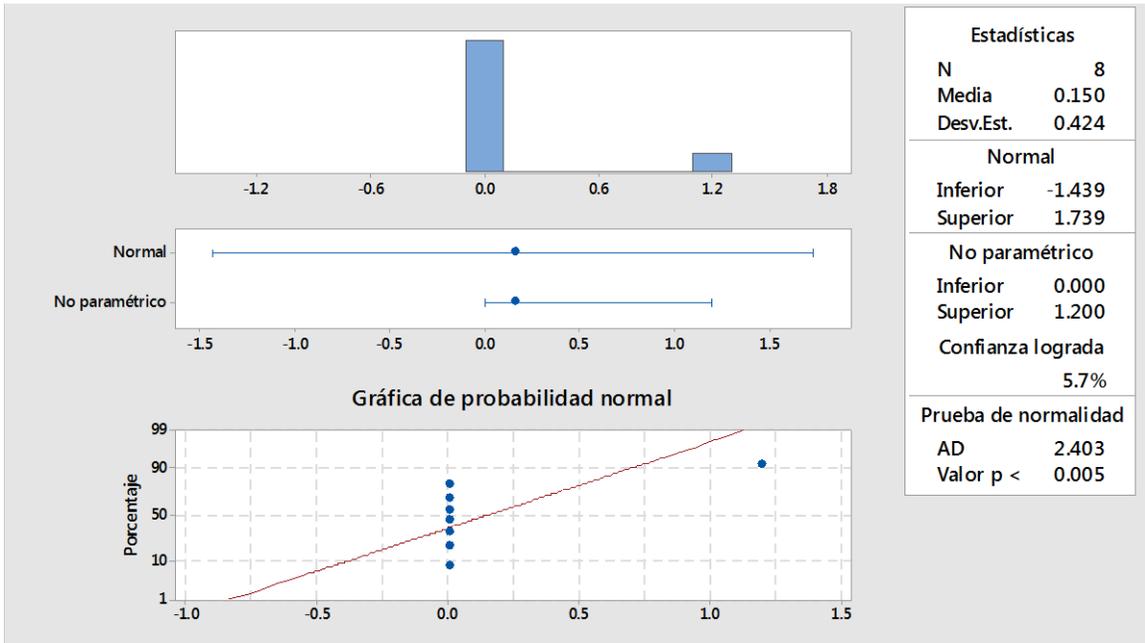


Figura 101. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Botellas vidrio)

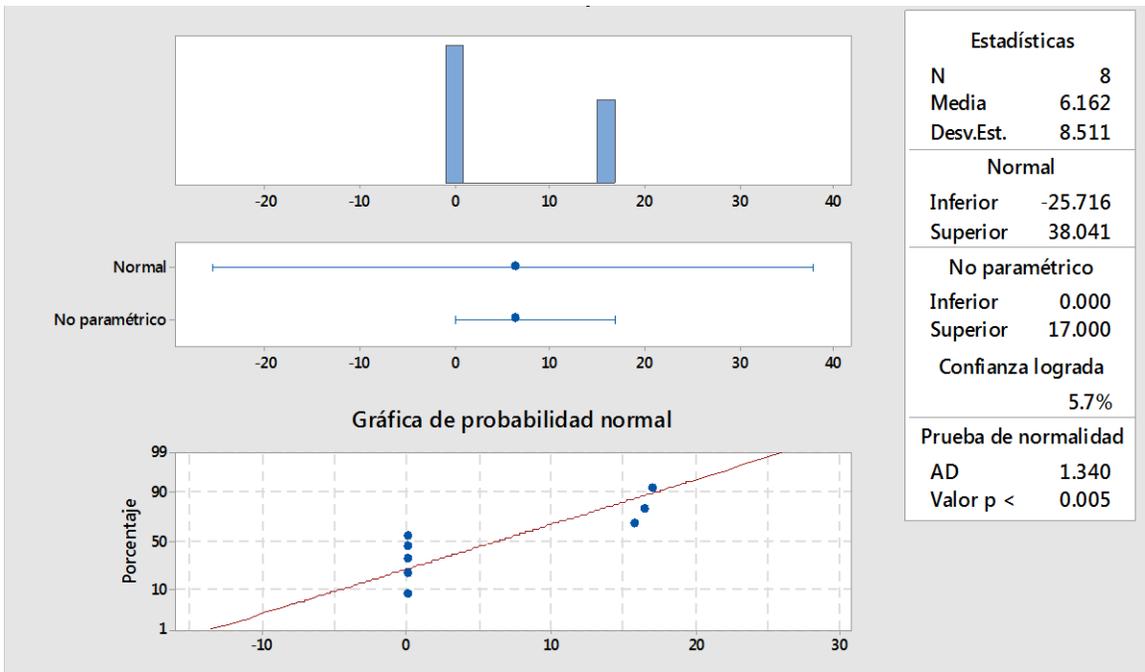


Figura 102. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Manguera negra)

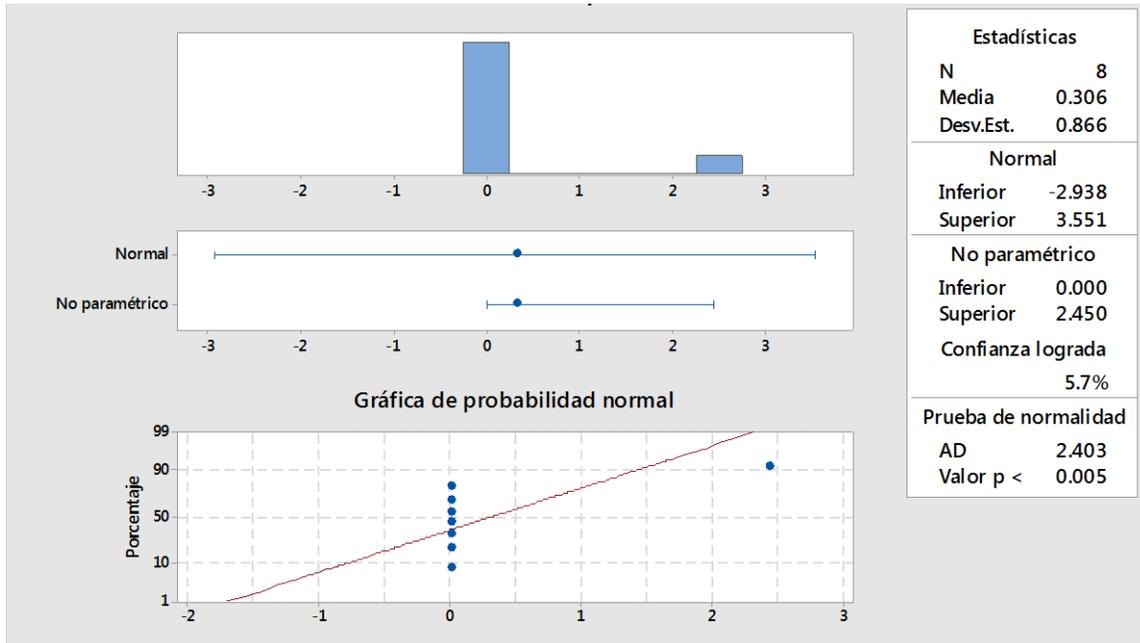
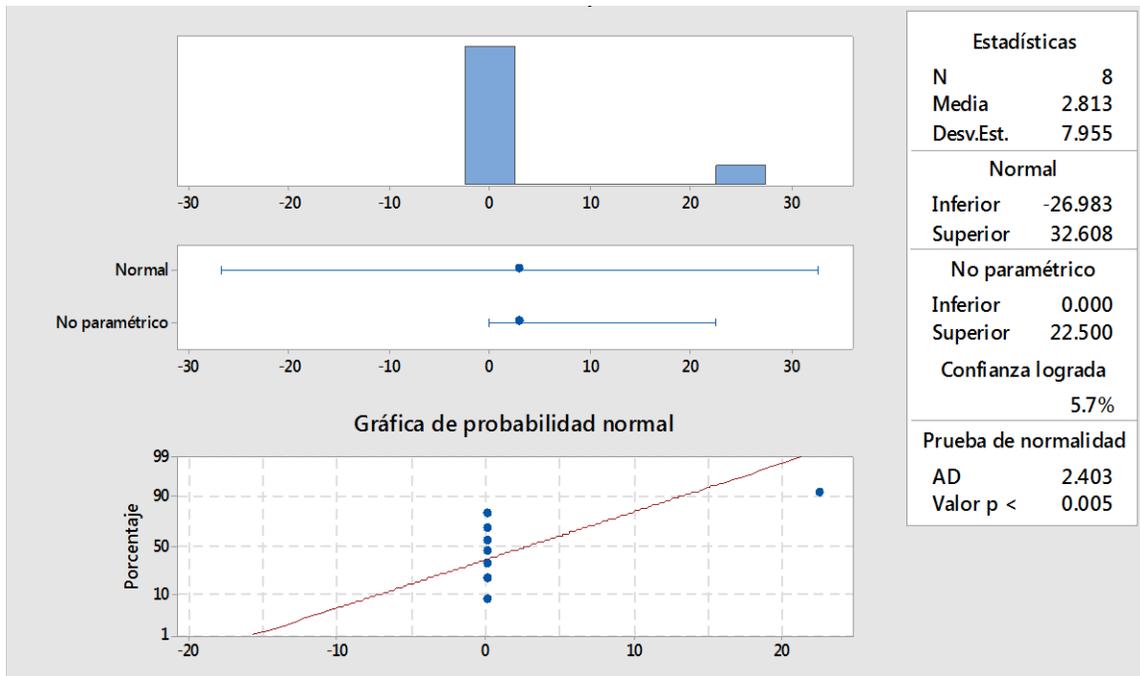


Figura 103. Gráfica de Intervalos de Tolerancia (Acero)



Anexo 12. Porcentajes de materiales existentes en cada una de las Escombreras clandestinas

Tabla 18. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "Reciclables"

ESCOMBRERA	% VIDRIO	% MADERA	% AGREGADO	% PAPEL Y CARTON	% LADRILLO	% CERAMICA	% CONCRETO	% MATERIAL DE DEMOLICION	% TUBERIAS	% BOTELLAS VIDRIO	% MANGUERA NEGRA	% ACERO
Vía a Guano	0.00%	8.74%	45.65%	1.47%	0.98%	0.00%	0.00%	41.54%	0.00%	1.62%	0.00%	0.00%
Politécnica	0.00%	0.00%	73.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.40%	23.85%	0.00%	0.00%
Licán	0.00%	6.44%	17.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.21%	0.00%	0.00%	0.00%	4.81%
Norte 1	0.00%	0.00%	60.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	39.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Norte 2	0.00%	0.00%	44.54%	2.02%	2.00%	0.00%	0.00%	51.05%	0.00%	0.00%	0.39%	0.00%
Constructora A	0.00%	0.00%	45.99%	0.00%	0.00%	0.00%	12.69%	41.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Veranillo 1	0.00%	23.88%	10.73%	2.38%	0.00%	0.00%	0.00%	57.68%	0.00%	5.33%	0.00%	0.00%
Veranillo 2	0.00%	18.37%	7.40%	1.55%	1.30%	0.00%	0.00%	71.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Villagómez, J, López. O

Tabla 19. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "No Reciclables"

ESCOMBRERA	% VIDRIO	% MADERA	% AGREGADO	% PAPEL Y CARTON	% LADRILLO	% CERAMICA	% CONCRETO	% MATERIAL DE DEMOLICION	% TUBERIAS	% BOTELLAS VIDRIO	% MANGUERA NEGRA	% ACERO
Vía a Guano	1.58%	20.01%	0.00%	0.00%	66.92%	11.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Politécnica	2.63%	20.14%	0.00%	3.69%	46.41%	9.36%	16.05%	0.00%	0.80%	0.00%	0.92%	0.00%
Licán	1.37%	28.37%	0.00%	6.58%	40.41%	0.00%	20.24%	0.00%	2.02%	0.00%	1.02%	0.00%
Norte 1	0.19%	4.17%	0.00%	1.02%	41.09%	0.00%	49.51%	0.00%	1.04%	0.00%	0.58%	2.40%
Norte 2	0.21%	1.14%	0.00%	0.00%	20.67%	5.19%	50.76%	20.67%	0.80%	0.00%	0.55%	0.00%
Constructora A	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	77.54%	22.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Veranillo 1	1.53%	13.06%	0.00%	0.00%	27.70%	6.64%	13.01%	14.61%	0.00%	0.00%	2.29%	21.17%
Veranillo 2	1.90%	24.57%	0.00%	0.00%	11.81%	6.48%	14.45%	22.23%	0.00%	4.56%	0.62%	13.38%

Fuente: Villagómez, J, López, O

Tabla 20. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "Reutilizables"

ESCOMBRERA	% VIDRIO	% MADERA	% AGREGADO	% PAPEL Y CARTON	% LADRILLO	% CERAMICA	% CONCRETO	% MATERIAL DE DEMOLICION	% TUBERIAS	% BOTELLAS VIDRIO	% MANGUERA NEGRA	% ACERO
Vía a Guano	0.00%	4.72%	48.92%	0.83%	0.86%	0.00%	0.00%	43.69%	0.00%	0.98%	0.00%	0.00%
Politécnica	0.00%	0.00%	78.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.33%	19.43%	0.00%	0.00%
Licán	0.00%	8.32%	17.87%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	68.96%	0.00%	0.00%	0.00%	4.85%
Norte 1	0.00%	0.00%	69.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	30.91%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Norte 2	0.00%	0.00%	46.04%	1.70%	1.58%	0.00%	0.00%	50.37%	0.00%	0.00%	0.30%	0.00%
Constructora A	0.00%	0.00%	46.19%	0.00%	0.00%	0.00%	8.70%	45.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Veranillo 1	0.00%	27.91%	11.31%	1.29%	0.00%	0.00%	0.00%	54.84%	0.00%	4.66%	0.00%	0.00%
Veranillo 2	0.00%	18.18%	7.64%	1.74%	1.15%	0.00%	0.00%	71.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Villagómez, J, López, O

Tabla 21. Tabla de porcentajes de residuos de construcción "No Reutilizables"

ESCOMBRERA	% VIDRIO	% MADERA	% AGREGADO	% PAPEL Y CARTON	% LADRILLO	% CERAMICA	% CONCRETO	% MATERIAL DE DEMOLICION	% TUBERIAS	% BOTELLAS VIDRIO	% MANGUERA NEGRA	% ACERO
Vía a Guano	0.00%	15.14%	40.45%	2.48%	1.16%	0.00%	0.00%	38.12%	0.00%	2.64%	0.00%	0.00%
Politécnica	0.00%	0.00%	63.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.55%	33.51%	0.00%	0.00%
Licán	0.00%	3.33%	17.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	74.93%	0.00%	0.00%	0.00%	4.74%
Norte 1	0.00%	0.00%	46.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	53.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Norte 2	0.00%	0.00%	40.14%	2.98%	3.23%	0.00%	0.00%	53.02%	0.00%	0.00%	0.63%	0.00%
Constructora A	0.00%	0.00%	45.37%	0.00%	0.00%	0.00%	24.99%	29.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Veranillo 1	0.00%	17.67%	9.84%	4.07%	0.00%	0.00%	0.00%	62.06%	0.00%	6.36%	0.00%	0.00%
Veranillo 2	0.00%	18.78%	6.87%	1.13%	1.62%	0.00%	0.00%	71.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Villagómez, J, López. O