

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE
CD) Y DIÓXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS”**

Elaborado por:

CIMAR BRYAN AMADOR TORREZ

SEMESTRE II -2019

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
UTILIZANDO POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE
CD) Y DIÓXIDO DE SILICIO COMO ADITIVOS”**

Elaborado por:

CIMAR BRYAN AMADOR TORREZ

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

SEMESTRE II -2019

TARIJA – BOLIVIA

.....
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGIA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Jhonny Orgaz Fernández

.....
Ing. Laura Karina Soto Salgado

.....
Ing. Weimar Mejía Mogrovejo

ADVERTENCIA

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esto responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por brindarme el regalo de la vida y permitirme alcanzar mis metas, siendo mi fortaleza en los momentos adversos.

A mis padres; Cimar Amador y Juana Torrez por su sacrificio, amor, apoyo y ser ejemplo de perseverancia en mi vida.

A mis abuelos quienes desde el cielo siempre estuvieron apoyándome en todo y ahora estarán muy orgullosos por haber alcanzado esta meta en mi vida.

A mis tíos, quienes me enseñan grandes valores, por su ejemplo y apoyo incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme, cuidarme y protegerme siempre, por brindarme sabiduría y entendimiento para poder alcanzar este logro, a mis padres por su apoyo moral e incondicional, por la educación recibida desde mi infancia, a mis familiares y a las personas cercanas a mi que son una parte importante en mi vida, donde siempre me estuvieron apoyando en cada etapa que me tocó vivir, gracias por su ayuda.

A los encargados del laboratorio de suelos e ingenieros por brindarme su ayuda, por su apoyo incondicional en todo momento cuando lo necesite.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Diseño Teórico.....	2
1.3.1. Planteamiento del problema.....	2
1.3.2. Situación problemática.....	2
1.3.3. Problema	3
1.4. Objetivos de la investigación.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.6. Definición de variables independientes y dependientes.....	4
1.6.1. Variables independientes.....	4
1.6.2. Variables dependientes.....	4
1.6.3. Operacionalización de las variables.....	4
1.7. Alcance de la investigación.....	6

CAPÍTULO II
ASPECTOS GENERALES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

	Pág.
2.1. Introducción.....	7
2.2. Pavimentos flexibles.....	8
2.2.1. Definición.....	8
2.3. Características de pavimentos flexibles.....	9
2.3.1. Resistencia estructural.....	9
2.3.2. Deformabilidad	9
2.3.3. Durabilidad.....	9

2.3.4. Costo	10
2.3.5. Requerimientos de conservación.....	10
2.3.6. Comodidad.....	10
2.4. Componentes de pavimentos flexibles	10
2.4.1. Carpeta asfáltica.....	10
2.4.1.1. Cementos asfálticos (AC)	11
2.4.1.2. Asfaltos líquidos.....	11
2.4.1.3. Emulsiones asfálticas.....	12
2.4.1.4. Agregados pétreos	12
2.4.1.4.1. Clasificación de los agregados.....	12
2.4.2. Capas de pavimento.....	14
2.4.2.1. Capa de fundación o sub-rasante.....	15
2.4.2.2. Capa sub-base.....	15
2.4.2.3. Capa base.....	17
2.4.2.4. Capa de rodadura	18
2.5. Mezclas asfálticas en carpetas.....	19
2.5.1. Definición de mezclas asfálticas.....	19
2.5.2. Clasificación de mezclas asfálticas.....	19
2.5.3. Características de la mezcla.....	19
2.5.3.1. Densidad.....	19
2.5.3.2. Vacíos de aire	20
2.5.3.3. Vacíos en el agregado mineral (VAM).....	20
2.5.3.4. Vacíos llenos de asfalto (VFA).....	21
2.5.3.5. Estabilidad o resistencia a las deformación plásticas	21
2.6. Componentes de las mezclas asfálticas	22
2.6.1. Cementos asfálticos.....	22
2.6.1.1. Cementos asfálticos modificados.....	23
2.6.1.1.1. Definición	23
2.6.1.1.2. Antecedentes.....	23
2.6.1.1.3. Polímeros utilizados en la modificación de asfaltos.....	25
2.6.1.1.4. Asfaltos modificados con polímeros tipo elastómeros.....	28

2.6.1.1.5. Asfaltos modificados con polímeros tipo plastomeros.....	29
2.6.1.1.6. Especificaciones de asfaltos modificados.....	31
2.6.1.1.7. Policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	31
2.6.1.1.8. Dióxido de silicio.....	34
2.6.2. Agregados pétreos.....	35
2.6.2.1. Clasificación de los agregados pétreos.....	35
2.6.2.2. Propiedades de los agregados pétreos.....	38
2.6.2.3. Ensayos realizados a los agregados.....	38
2.6.2.4. Especificaciones que deben cumplir los agregados.....	40
2.6.2.4.1. Agregado grueso	40
2.6.2.4.2. Agregado fino.....	40
2.6.3. Filler.....	41
2.6.3.1. Efecto del filler como componente de las mezclas asfálticas.....	42
2.6.3.2. Influencia del filler en las propiedades de las mezclas asfálticas.....	42
2.6.3.3. Ensayos de caracterización al filler.....	43
2.6.3.4. Especificaciones del filler.....	43

CAPÍTULO III

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON POLICARBONATO DE BISFENOL-A (RESIDUO DE CD) Y DIÓXIDO DE SILICIO

	Pág.
3.1. Identificación de la zona de muestreo.....	44
3.2. Caracterización del agregado pétreo.....	45
3.2.1. Ensayo de granulometría (AASHTO T-27)(ASTM C-136).....	45
3.2.2. Ensayo de peso específico y absorción de agua en agregado grueso (AASHTO T-85) (ASTM C-127).....	50
3.2.3. Ensayo de peso específico y absorción de agua del agregado fino (AASHTO T-84)(ASTM C-128).....	54
3.2.4. Ensayo de equivalente de arena (AASHTO T-176)(ASTM D-2419).....	55
3.2.5. Ensayo de desgaste de la máquina de los ángeles (AASHTO T-96) (ASTM C-131).....	57

3.2.6. Ensayo de determinación de partículas fracturadas (ASTM D-5821).....	60
3.2.7. Ensayo de determinación de partículas planas y alargadas (ASTM D 4791-10)...	62
3.3. Caracterización del cemento asfáltico.....	63
3.3.1. Ensayo de penetración (AASHTO T 49-97)(ASTM D-5).....	64
3.3.2. Ensayo de punto de inflamación (AASHTO T 79-96)(ASTM D 1310-01).....	66
3.3.3. Ensayo de peso específico del asfalto (AASHTO T 229-97)(ASTM D-71).....	67
3.3.4. Ensayo de punto de ablandamiento (AASHTO T 53-96)(ASTM D-36).....	69
3.3.5. Ensayo para determinar la ductilidad (AASHTO T 51-00)(ASTM D-113).....	70
3.3.6. Resumen de resultados del cemento asfáltico.....	72
3.4. Dosificación para la mezcla asfáltica.....	73
3.5. Análisis del porcentaje óptimo de cemento asfáltico a usar.....	75
3.5.1. Dosificación con los diferentes contenidos de asfalto en la mezcla.....	76
3.6. Determinación de las cantidades de agregados, cemento asfáltico y polímeros para la mezcla en investigación	77
3.6.1. Preparación de las muestras de mezcla.....	77
3.6.2. Procedimiento del ensayo.....	78
3.6.2.1. Procedimiento para la adición del policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) y dióxido de silicio a la mezcla asfáltica en caliente.....	80
3.6.2.2. Preparación de los polímeros para su adición a la mezcla asfáltica.....	82
3.6.2.3. Proceso para la adición de los polímeros a las mezclas asfálticas	83
3.6.3. Ensayo Marshall.....	84
3.7. Proceso de cálculo de propiedades mecánicas en mezclas asfálticas convencional y modificadas con dióxido de silicio y policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	86
3.7.1. Briquetas	86
3.7.2. Altura de las briquetas.....	86
3.7.3. Base de mezcla y agregado.....	86
3.7.4. Peso seco de briqueta.....	87
3.7.5. Peso de briqueta en el aire saturado y superficialmente seco (s.s.s.)	87
3.7.6. Peso de briqueta sumergida en agua	88
3.7.7. Volumen de la briqueta	88

3.7.8. Densidad de la briqueta.....	88
3.7.9. Porcentaje de vacíos.....	89
3.7.10. Estabilidad y fluencia.....	90
3.7.11. Resultados diseño contenido de asfalto óptimo para la mezcla.....	92
3.8. Dosificación con los diferentes porcentajes de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) y dióxido de silicio.....	96
3.8.1. Evaluación de la estabilidad.....	101
3.8.2. Evaluación de la fluencia.....	104
3.9. Resumen de resultados Marshall para la mezcla asfáltica en caliente con dióxido de silicio y policarbonato de bisfenol-A(residuo de CD).....	107
3.10. Análisis de resultados.....	114
3.10.1. Para el análisis de la estabilidad.....	116
3.10.2. Sobre la fluencia	119
3.11. Comparación de los resultados.....	121
3.11.1. Comparación de resultados de estabilidad.....	123
3.11.2. Comparación de los resultados de la fluencia.....	125

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
4.1. Conclusiones.....	128
4.2. Recomendaciones.....	129

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- Anexo A-1. Planillas de caracterización de los agregados.
- Anexo A-2. Caracterización del cemento asfáltico 85-100.
- Anexo A-3. Planillas Marshall.
- Anexo A-4. Gráficas de los resultados.
- Anexo A-5. Imágenes de las practicas.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Operacionalizacion de las variables independientes.....	5
Tabla 1.2. Operacionalizacion de las variables dependientes.....	5
Tabla 2.1. Clasificación general de rocas.....	14
Tabla 2.2. Polímeros utilizados con asfaltos	27
Tabla 2.3. Normas AASHTO y ASTM aplicables a asfaltos modificados.....	31
Tabla 2.4. Especificaciones técnicas del policarbonato de bisfenol-A(residuo de CD)...	33
Tabla 2.5. Especificaciones técnicas del dióxido de silicio.....	35
Tabla 2.6. Serie de tamices utilizados para realizar la granulometría.....	39
Tabla 2.7. Especificaciones que debe cumplir el agregado grueso.....	40
Tabla 2.8. Especificaciones que debe cumplir el agregado fino.....	41
Tabla 2.9. Graduación del agregado fino de acuerdo a AASHTO M-29.....	41
Tabla 2.10. Granulometría que debe cumplir el filler de acuerdo con la norma ASTM....	43
Tabla 2.11. Especificaciones que debe cumplir el filler.....	43
Tabla 3.1. Granulometría promedio agregado grueso (3/4").....	47
Tabla 3.2. Granulometría promedio agregado grueso (3/8").....	48
Tabla 3.3. Granulometría promedio agregado fino (arena).....	49
Tabla 3.4. Datos del ensayo de peso específico para agregado grueso (3/4").....	50
Tabla 3.5. Resultados del ensayo de peso específico para el agregado grueso (3/4").....	53
Tabla 3.6. Resultados del ensayo de peso específico para el agregado grueso (3/8").....	54
Tabla 3.7. Ensayo de peso específico para agregado fino (arena).....	55
Tabla 3.8. Equivalente de arena del agregado fino (arena).....	57
Tabla 3.9. Resultado del ensayo de equivalente de arena.....	57
Tabla 3.10. ASTM C-131 de requerimientos según el tamaño de material que se tenga..	59
Tabla 3.11. Datos de laboratorio para el ensayo de desgaste de los ángeles.....	59
Tabla 3.12. Resultado del ensayo de desgaste de los ángeles agregado grueso(3/4").....	60
Tabla 3.13. Datos para el ensayo de desgaste de los ángeles agregado grueso(3/8").....	60
Tabla 3.14. Resultado del ensayo de desgaste de los ángeles agregado grueso(3/8").....	60
Tabla 3.15. Datos ensayo de caras fracturadas	61
Tabla 3.16. Resultados del ensayo de caras laminadas agregado grueso (3/4").....	62

Tabla 3.17. Resultados del ensayo de caras laminadas agregado grueso (3/8").....	62
Tabla 3.18. Resultados del ensayo de partículas chatas agregado grueso (3/4").....	63
Tabla 3.19. Resultados del ensayo de partículas chatas agregado grueso (3/8").....	63
Tabla 3.20. Datos del ensayo de penetración del cemento asfáltico 85-100.....	65
Tabla 3.21. Datos del ensayo de punto de inflamación del cemento asfáltico 85-100.....	67
Tabla 3.22. Datos del ensayo de peso específico del cemento asfáltico 85-100.....	68
Tabla 3.23. Datos del ensayo punto de ablandamiento del cemento asfáltico 85-100.....	70
Tabla 3.24. Datos del ensayo de ductilidad del cemento asfáltico 85-100.....	72
Tabla 3.25. Resumen de resultados de la caracterización del cemento asfáltico 85-100..	73
Tabla 3.26. Dosificación para la mezcla asfáltica.....	74
Tabla 3.27. Datos para realizar la dosificación con los diferentes porcentajes de cemento asfáltico	76
Tabla 3.28. Dosificación Marshall con diferentes porcentajes de cemento asfáltico.....	76
Tabla 3.29. Identificación de briquetas.....	86
Tabla 3.30. Altura media de cada briqueta.....	86
Tabla 3.31. Peso seco de las briquetas.....	87
Tabla 3.32. Peso de briqueta superficialmente seca.....	87
Tabla 3.33. Peso de briqueta sumergida en agua.....	88
Tabla 3.34. Estabilidad y fluencia.....	90
Tabla 3.35. Estabilidad real.....	90
Tabla 3.36. Altura promedio y factor de corrección por altura.....	91
Tabla 3.37. Estabilidad corregida.....	91
Tabla 3.38. Fluencia en la prensa Marshall.....	91
Tabla 3.39. Resultados de la estabilidad y fluencia.....	92
Tabla 3.40. Resultados del diseño de contenido óptimo de asfalto.....	92
Tabla 3.41. Resultados del diseño de la mezcla asfáltica	95
Tabla 3.42. Resultados del diseño óptimo de la mezcla asfáltica.....	96
Tabla 3.43. Dosificación para cada porcentaje de polímero en la mezcla asfáltica en caliente.....	96
Tabla 3.44. Datos y resultados de alturas de promedio de las briquetas con dióxido de silicio.....	97

Tabla 3.45. Datos y resultados de alturas promedio de las briquetas con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	98
Tabla 3.46. Datos y resultados de la densidad real y promedio de las briquetas con dióxido de silicio.....	99
Tabla 3.47. Datos y resultados de la densidad real y promedio de las briquetas con policarbonato de bisfenol-A(residuo de CD).....	100
Tabla 3.48. Datos y resultados de la estabilidad de las briquetas con dióxido de silicio..	102
Tabla 3.49. Datos y resultados de la estabilidad de las briquetas con policarbonato de bisfenol-A(residuo de CD).....	103
Tabla 3.50. Datos y resultados de la fluencia de las briquetas con dióxido de silicio....	105
Tabla 3.51. Datos y resultados de la fluencia de las briquetas con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	106
Tabla 3.52. Resultados del diseño Marshall con dióxido de silicio.....	110
Tabla 3.53. Resultados del diseño óptimo de la mezcla asfáltica con dióxido de silicio..	110
Tabla 3.54. Resultados del diseño Marshall con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	114
Tabla 3.55. Resultados del diseño óptimo de la mezcla con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD).....	114
Tabla 3.56. Densidad en la mezcla asfáltica convencional.....	121
Tabla 3.57. Densidad en la mezcla asfáltica con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD)	122
Tabla 3.58. Densidad en la mezcla asfáltica con dióxido de silicio.....	122
Tabla 3.59. Estabilidad en la mezcla asfáltica convencional.....	123
Tabla 3.60. Estabilidad en la mezcla asfáltica con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD)	123
Tabla 3.61. Estabilidad en la mezcla asfáltica con dióxido de silicio.....	124
Tabla 3.62. Fluencia en la mezcla asfáltica convencional.....	125
Tabla 3.63. Fluencia en la mezcla asfáltica con policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD)	126
Tabla 3.64. Fluencia en la mezcla asfáltica con dióxido de silicio.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Capas de un pavimento flexible.....	8
Figura 2.2. Compatibilidad asfalto-polímero.....	24
Figura 2.3. Comportamiento asfalto convencional vs asfalto modificado.....	25
Figura 2.4. Estructura química del policarbonato.....	33
Figura 2.5. Estructura química de dióxido de silicio.....	34
Figura 3.1. Ubicación geográfica de la Chancadora San José de Charajas (SEDECA)...	44
Figura 3.2. Realizando el ensayo de granulometría de los agregados.....	47
Figura 3.3. Agregado saturado 24 horas, antes del peso superficialmente seco.....	51
Figura 3.4. Pesando la muestra superficialmente seca.....	51
Figura 3.5. Realizando el ensayo de peso específico de los agregados gruesos.....	52
Figura 3.6. Determinando el peso superficialmente seco del agregado fino (arena).....	54
Figura 3.7. Equipo utilizado para realizar el ensayo de equivalente de arena.....	56
Figura 3.8. Muestras sedimentadas para realizar la medición.....	56
Figura 3.9. Material para realizar el ensayo de desgaste de la máquina de los ángeles....	58
Figura 3.10. Desgaste por medio de la máquina de los ángeles.....	58
Figura 3.11. Preparación de la muestra para realizar el ensayo de caras fracturadas.....	61
Figura 3.12. Baño María de la muestra para realizar el ensayo de penetración.....	65
Figura 3.13. Ensayo de punto de inflamación.....	66
Figura 3.14. Realizando el ensayo de punto de inflamación.....	67
Figura 3.15. Picnómetros para el ensayo de peso específico.....	68
Figura 3.16. Equipo para realizar el ensayo de punto de ablandamiento.....	69
Figura 3.17. Ensayo de punto de ablandamiento.....	70

Figura 3.18. Moldes para realizar el ensayo de ductilidad.....	71
Figura 3.19. Muestra más los moldes a 25 °C para realizar el ensayo.....	71
Figura 3.20. Ensayo de ductilidad del cemento asfaltico.....	72
Figura 3.21. Pesando la cantidad de los agregados para la mezcla asfáltica.....	79
Figura 3.22. Calentamiento del agregado y cemento asfaltico.....	79
Figura 3.23. Agregado más cemento asfaltico para realizar la mezcla.....	80
Figura 3.24. Compactación de las briquetas.....	80
Figura 3.25. Extractor hidráulico.....	81
Figura 3.26. Empresa Capital Industrial (formas plásticas)	82
Figura 3.27. Molinos de plásticos para trituración.....	82
Figura 3.28. Residuos de CD triturados.....	83
Figura 3.29. Dióxido de silicio en polvo.....	83
Figura 3.30. Asignando una identificación a las muestras.....	84
Figura 3.31. Muestra sometida a baño maría.....	85
Figura 3.32. Ensayo Marshall, estabilidad y fluencia.....	85

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.1. Curva granulométrica agregado grueso (3/4).....	48
Gráfico 3.2. Curva granulométrica agregado grueso (3/8).....	49
Gráfico 3.3. Curva granulométrica agregado fino (arena).....	50
Gráfico 3.4. Faja de trabajo.....	74
Gráfico 3.5. Densidad vs % de cemento asfaltico.....	93
Gráfico 3.6. % de vacíos de la mezcla vs % de cemento asfaltico.....	93
Gráfico 3.7. Vacíos de agregado mineral (V.A.M.) vs % de cemento asfaltico.....	94
Gráfico 3.8. % de vacíos llenos de asfalto (R.B.V.) vs % de cemento asfaltico.....	94

Gráfico 3.9. Estabilidad vs % de cemento asfáltico.....	95
Gráfico 3.10. Fluencia vs % de cemento asfáltico.....	95
Gráfico 3.11. Densidad de la briqueta vs % de dióxido de silicio en la mezcla.....	107
Gráfico 3.12. % de vacíos en la mezcla vs % de dióxido de silicio en la mezcla.....	108
Gráfico 3.13. % vacíos de agregado mineral (V.A.M.) vs % de dióxido de silicio en la mezcla.....	108
Gráfico 3.14. % de vacíos llenos de asfalto (R.B.V.) vs % de dióxido de silicio en la mezcla.....	109
Gráfico 3.15. Estabilidad vs % de dióxido de silicio en la mezcla asfáltico.....	109
Gráfico 3.16. Fluencia vs % de dióxido de silicio en la mezcla asfáltica.....	110
Gráfico 3.17. Densidad de la briqueta vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	111
Gráfico 3.18. % de vacíos en la mezcla vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	111
Gráfico 3.19. Vacíos de agregado mineral (V.A.M.) vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	112
Gráfico 3.20. % de vacíos llenos de asfalto (R.B.V) vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	112
Gráfico 3.21. Estabilidad vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	113
Gráfico 3.22. Fluencia vs % de policarbonato de bisfenol-A (residuo de CD) en la mezcla.....	113
Gráfico 3.23. Análisis curva densidad vs % de cemento asfáltico.....	115
Gráfico 3.24. Análisis curva densidad vs % de polímeros.....	116
Gráfico 3.25. Análisis curva estabilidad vs % de cemento asfáltico.....	117
Gráfico 3.26. Análisis curva estabilidad vs % de polímeros.....	118
Gráfico 3.27. Análisis curva fluencia vs % de cemento asfáltico.....	119
Gráfico 3.28. Análisis curva fluencia vs % de polímeros.....	120