

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“VENTAJAS COMPARATIVAS EN  
LAS PROPIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS, MECÁNICAS Y  
MEDIOAMBIENTALES DE LOS  
ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO  
EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE  
SOLVENTE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**MIGUEL ANGEL CHIPA SAAVEDRA**

Callao, Abril, 2015

PERÚ

## PRÓLOGO DEL JURADO

La presente tesis fue sustentada por el bachiller **CHIPA SAAVEDRA MIGUEL ANGEL**, ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Ing. JULIO CESAR CALDERON CRUZ : PRESIDENTE

Ing. VIORICA STANCIUC STANCIUC : SECRETARIA

Ing. CALIXTO IPANAQUE MAZA : VOCAL

Ing. LUIS AMERICO CARRASCO VENEGAS : ASESOR

tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Tesis, Folio N° 69 y Acta N° 252 de fecha **VEINTITRÉS DE ABRIL DEL 2015**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de Titulación por Tesis , de conformidad con lo establecido por el reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril del 2011, Resolución N° 221-2012-CU de fecha 19 de septiembre del 2012 y Resolución N° 759-2013-R de fecha 21 de agosto del 2013.

## **DEDICATORIA**

Esta Tesis la dedico con mucho cariño y estima a mis queridos padres y hermanos, Roxana por su amor, cariño y apoyo durante la ejecución de este documento tan importante para mi carrera profesional de Ingeniero Químico.

## **AGRADECIMIENTO**

Mediante la presente Tesis agradezco al Dr. Msc. Ing. Luis Carrasco Venegas por su invaluable apoyo y su asesoría para la realización de este trabajo de investigación.

Mi agradecimiento a FINCyT (Fondo de Investigación, Ciencia y Tecnología) por los recursos brindados para el avance y desarrollo de la presente tesis a través del CONVENIO C-74-2013.

Al Ing. Marcos Caso Huamani jefe de planta de la empresa KLE IMPORT S.A.C por su apoyo brindado con sus amplios conocimientos sobre adhesivos.

A la Empresa KLE IMPORT S.A.C en representación del Sr. Luis Fabián Trinidad por el apoyo brindado para utilizar sus instalaciones y su laboratorio.

A Roxana del Pilar Guevara Quispe por el apoyo brindado con el uso de términos y otros temas relacionados con el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
TABLAS DE CONTENIDO.....	6
RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	21
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>23</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>23</b>
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	25
1.2.1 Problema general .....	25
1.2.2 Problemas específicos.....	25
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
1.3.1 Objetivo general.....	26
1.3.2 Objetivos específicos.....	26
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.4.1 Por su naturaleza.....	26
1.4.2 Por su magnitud .....	27
1.4.3 Por su trascendencia.....	28
1.4.4 Por su vulnerabilidad .....	29
1.4.5 Por su aporte .....	29
1.5 IMPORTANCIA.....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>31</b>

<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	31
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	31
2.1.1 Antecedentes metodológicos .....	31
2.2 EL POLICLOROPRENO.....	33
2.3 LOS ADHESIVOS.....	38
2.3.1 Tipos de adhesivos.....	40
2.4 LA ADHESIÓN .....	45
2.5 DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LAS UNIONES ADHESIVAS .....	51
2.6 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ADHESIVOS .....	55
2.7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ADHESIVOS.....	57
2.8 ADHESIVOS EN BASE SOLVENTE.....	58
2.8.1 Adhesivos de policloropreno en base solvente .....	60
2.9 ADHESIVOS EN BASE ACUOSA .....	73
2.10 DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	79
<b>CAPÍTULO III</b> .....	82
<b>VARIABLES E HIPÓTESIS</b> .....	82
3.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....	82
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	84
3.2.1 Variables independientes.....	84
3.2.2 Variable dependiente .....	85
3.3 HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS.....	86
3.3.1 Hipótesis general.....	86

3.3.2 Hipótesis específicas.....	86
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>87</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>87</b>
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	87
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	87
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	88
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	89
4.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	89
4.4.2 Instrumentos de recolección de datos .....	90
4.5 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS .....	91
4.6 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	91
4.6.1 Preparación de los adhesivos de policloropreno.....	91
4.6.2 Determinación de las propiedades fisicoquímicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno .....	122
4.7 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	173
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>174</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>174</b>
5.1 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE.....	174

5.2	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE.....	213
5.3	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV'S DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE.....	224
<b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>231</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>231</b>
6.1	CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS.....	231
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>241</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>241</b>
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>		<b>244</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>244</b>
<b>CAPÍTULO IX.....</b>		<b>245</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>245</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>251</b>
	<b>ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>252</b>
	<b>ANEXO 02: FOTOS DE LAS MUESTRAS DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE.....</b>	<b>255</b>
	<b>ANEXO 03: FOTO DEL TANQUE DE 1 GALÓN.....</b>	<b>258</b>
	<b>ANEXO 04: EVALUACIÓN DE LAS UNIONES.....</b>	<b>259</b>



<b>ANEXO 05: PRUEBAS DE VISCOSIDAD, PORCENTAJE DE SÓLIDOS, ESTABILIDAD DEL PH, ESTABILIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA .....</b>	<b>261</b>
<b>ANEXO 06: PRUEBAS DE APTITUD AL PEGADO EN UNIONES CUERO-CUERO DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA .....</b>	<b>264</b>
<b>ANEXO 07: PRUEBAS DE APTITUD AL PEGADO EN UNIONES MADERA-MADERA DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA .....</b>	<b>267</b>
<b>ANEXO 08: DETERMINACIÓN DE COV`S DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA .....</b>	<b>272</b>
<b>ANEXO 09: MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS (GASES) EN EL LABORATORIO DE LA EMPRESA KLE IMPORT S.A.C.....</b>	<b>274</b>

## TABLAS DE CONTENIDO

### INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de adhesivos por su forma de aplicación.....	41
Tabla 2.2 Tipos de adhesivos por su origen y composición.....	42
Tabla 2.3 Formulación típica de un adhesivo de policloropreno en base solvente.....	60
Tabla 2.4 Disolventes más utilizados en la formulación de adhesivos de policloropreno.....	63
Tabla 2.5 Mezclas de disolventes adecuadas para disolver un policloropreno de alta velocidad de cristalización y alta viscosidad.....	65
Tabla 2.6 Acción tóxica de los disolventes.....	66
Tabla 2.7 Sustancias disolventes y su efecto en el medio ambiente.....	70
Tabla 3.1 Operacionalización de variables - v. independientes.....	84
Tabla 3.2 Operacionalización de variables - v. dependientes.....	85
Tabla 4.1 Cantidades y productos a utilizar en la formulación "A".....	93
Tabla 4.2 Cantidades y productos a utilizar en la formulación "B".....	97
Tabla 4.3 Cantidades y productos a utilizar en la formulación "C".....	101
Tabla 4.4 Cantidades y productos a utilizar en la formulación "D".....	105
Tabla 4.5 Cantidades y productos a utilizar en la formulación (Componentes sólidos).....	110
Tabla 4.6 Cantidades y productos a utilizar en la formulación (Componentes líquidos).....	111

Tabla 4.7 Cantidades y productos a utilizar en la formulación (Componentes sólidos).....	116
Tabla 4.8 Cantidades y productos a utilizar en la formulación (Componentes líquidos).....	117
Tabla 5.1 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	174
Tabla 5.2 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	175
Tabla 5.3 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	177
Tabla 5.4 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	178
Tabla 5.5 Color de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	179
Tabla 5.6 Color de los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	180
Tabla 5.7 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	180
Tabla 5.8 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente...	181
Tabla 5.9 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el primer mes.....	181
Tabla 5.10 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el segundo mes.....	182
Tabla 5.11 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el tercer mes.....	182

Tabla 5.12 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el cuarto mes.....	183
Tabla 5.13 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el quinto mes.....	183
Tabla 5.14 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el sexto mes.....	184
Tabla 5.15 Porcentaje de sólidos según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	184
Tabla 5.16 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el primer mes.....	186
Tabla 5.17 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el segundo mes.....	186
Tabla 5.18 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el tercer mes.....	187
Tabla 5.19 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el cuarto mes.....	187
Tabla 5.20 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el quinto mes.....	188
Tabla 5.21 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el sexto mes.....	188
Tabla 5.22 Viscosidad según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	189

Tabla 5.23 Color de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa a lo largo de 6 meses.....	190
Tabla 5.24 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en los primeros 3 meses.....	191
Tabla 5.25 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en los siguientes 3 meses.....	191
Tabla 5.26 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el primer mes.....	192
Tabla 5.27 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el segundo mes.....	192
Tabla 5.28 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el tercer mes.....	193
Tabla 5.29 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el cuarto mes.....	193
Tabla 5.30 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el quinto mes.....	194
Tabla 5.31 Densidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión	
acuosa en el sexto mes.....	194
Tabla 5.32 Densidad según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	195
Tabla 5.33 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el primer mes.....	196

Tabla 5.34 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el segundo mes.....	196
Tabla 5.35 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el tercer mes.....	197
Tabla 5.36 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el cuarto mes.....	197
Tabla 5.37 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el quinto mes.....	198
Tabla 5.38 PH de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en el sexto mes.....	198
Tabla 5.39 PH según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	199
Tabla 5.40 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el primer mes.....	200
Tabla 5.41 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el segundo mes.....	200
Tabla 5.42 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el tercer mes.....	201
Tabla 5.43 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el cuarto mes.....	201
Tabla 5.44 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el quinto mes.....	201

Tabla 5.45 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el sexto mes.....	202
Tabla 5.46 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	202
Tabla 5.47 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el primer mes.....	204
Tabla 5.48 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el segundo mes.....	204
Tabla 5.49 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el tercer mes.....	205
Tabla 5.50 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el cuarto mes.....	205
Tabla 5.51 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el quinto mes.....	206
Tabla 5.52 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el sexto mes.....	206
Tabla 5.53 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	207
Tabla 5.54 Color de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	208
Tabla 5.55 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en los primeros 3 meses.....	208

Tabla 5.56 Pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en los siguientes 3 meses.....	209
Tabla 5.57 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el primer mes.....	209
Tabla 5.58 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el segundo mes.....	210
Tabla 5.59 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el tercer mes.....	210
Tabla 5.60 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el cuarto mes.....	211
Tabla 5.61 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el quinto mes.....	211
Tabla 5.62 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente en el sexto mes.....	212
Tabla 5.63 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	212
Tabla 5.64 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).....	214
Tabla 5.65 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B).....	214
Tabla 5.66 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C).....	215



Tabla 5.67 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D).....	215
Tabla 5.68 Resistencia a la cizalla por tracción según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	216
Tabla 5.69 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso).....	217
Tabla 5.70 Resistencia a la cizalla por tracción para el adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).....	217
Tabla 5.71 Resistencia a la cizalla por tracción para los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	218
Tabla 5.72 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).....	219
Tabla 5.73 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B).....	220
Tabla 5.74 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C).....	220
Tabla 5.75 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D).....	221
Tabla 5.76: Resistencia al pelado en T a 180° según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	221

Tabla 5.77 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso).....	223
Tabla 5.78 Resistencia al pelado en T a 180° para el adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).....	223
Tabla 5.79 Resistencia al pelado en T a 180° para los adhesivos de policloropreno en base solvente .....	224
Tabla 5.80 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).....	225
Tabla 5.81 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B).....	225
Tabla 5.82 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C).....	226
Tabla 5.83 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D).....	226
Tabla 5.84 Formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso) en gramos.....	227
Tabla 5.85 Datos para el cálculo de la determinación de COV's del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso).....	228
Tabla 5.86 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso).....	228
Tabla 5.87 Formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado) en gramos.....	229

Tabla 5.88 Datos para el cálculo de la determinación de COV's del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).....	229
Tabla 5.89 Determinación del contenido de COV's del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado) .....	230

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa según el tipo de formulación.....	175
Gráfico 5.2 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	176
Gráfico 5.3 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa según tipo de formulación .....	177
Gráfico 5.4 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente según la prueba realizada.....	178
Gráfico 5.5 Porcentaje de sólidos según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	185
Gráfico 5.6 Viscosidad según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	189
Gráfico 5.7 Densidad según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	195

Gráfico 5.8 PH según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa a lo largo de 6 meses.....	199
Gráfico 5.9 Porcentaje de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	203
Gráfico 5.10 Viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	207
Gráfico 5.11 Densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente a lo largo de 6 meses.....	213
Gráfico 5.12 Resistencia a la cizalla por tracción según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	216
Gráfico 5.13 Resistencia a la cizalla por tracción para los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	218
Gráfico 5.14 Resistencia al pelado en T a 180° según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.....	222
Gráfico 5.15 Resistencia al pelado en T a 180° para los adhesivos de policloropreno en base solvente.....	224

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Componentes de la estructura del policloropreno.....	34
Figura 2.2 Esquema básico de la unión adhesiva.....	39

Figura 2.3 Diferenciación entre adhesión y cohesión.....	45
Figura 2.4 Representación esquemática de los modos de fallo de una unión adhesiva.....	46
Figura 2.5 Teoría de la difusión.....	48
Figura 2.6 Representación esquemática ángulo de contacto de una gota de adhesivo sobre una superficie sólida.....	51
Figura 2.7 Representación esquemática de las principales sollicitaciones de las uniones adhesivas.....	53
Figura 2.8 Variación de la resistencia de la unión adhesiva incrementando anchura y longitud de solapamiento.....	54
Figura 2.9 Variación de la resistencia de la unión adhesiva frente al solapamiento para diferentes grosores.....	54
Figura 2.10 Efecto del “factor de junta” sobre la resistencia de las uniones adhesivas.....	55
Figura 4.1 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).....	96
Figura 4.2 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B) .....	100
Figura 4.3 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C).....	104

Figura 4.4 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D).....	108
Figura 4.5 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso).....	111
Figura 4.6 Balde de plástico de 20 litros utilizado para el almacenamiento del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).....	121
Figura 4.7 Equipo de cromatografía de gases – espectrómetro de masas.....	170

## RESUMEN

Los adhesivos de policloropreno en base solvente fabricados con gran demanda en nuestro país, son productos químicos perjudiciales para el medioambiente y la salud humana. La presente tesis se desarrolló con la finalidad de determinar principalmente las ventajas en las propiedades fisico-químicas, mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa comparados con sus homólogos en base solvente y sus repercusiones sobre el medioambiente. Se prepararon 4 tipos de formulaciones (A, B, C, D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y 2 tipos de formulaciones en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado).

Los resultados de las pruebas realizadas a las formulaciones (A, B, C, D) demostraron mayor contenido de sólidos (55.40; 54.60; 53.50; 54.40 %), baja viscosidad (543; 2027; 407; 1650 cps), tipo de color blanco, mayor pegajosidad (calificativo: excelente), envejecimiento lento, mayor resistencia a la cizalla por tracción (8.24; 7.87; 12.36; 8.82 N/mm<sup>2</sup>) y al pelado (2.70; 2.60; 3.01; 3.14 N/mm), y cantidades despreciables de COV's (emitidas al ambiente). Los adhesivos formulados en base solvente demostraron menor contenido de sólidos (19.04 y 20.97 %), alta viscosidad (3346 y 3563 cps), tipo de color ámbar, menor pegajosidad (Calificativo: Buena), envejecimiento rápido y más variable, menor resistencia a la cizalla por tracción (6.18 y 6.90 N/mm<sup>2</sup>) y al pelado (1.98 y 2.30 N/mm), cantidades considerables de COV's emitidas al ambiente.

Finalmente se concluyó, que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa presentaron ventajas en las propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas así como menores repercusiones sobre el medioambiente comparados con sus homólogos en base solvente.



## ABSTRACT

Adhesives in solvent based polychloroprene made with great demand in our country, chemicals are harmful to the environment and human health. This thesis was developed in order to determine the advantages mainly in mechanical and chemical physical properties of polychloroprene adhesives in water dispersion compared to solvent-based counterparts and their impact on the environment. 4 types of formulations (A, B, C, D) polychloroprene adhesives in aqueous dispersion and 2 types of solvent-based formulations (Multipurpose adhesive and glue Multipurpose Reinforced) were prepared.

The results of the tests on the formulations (A, B, C, D) showed higher solids (55.40; 54.60; 53.50; 54.40 %), low viscosity (543; 2027; 407; 1650 cps), color type white, higher tack (Qualifier: excellent), slower aging, greater resistance to shear strength (8.24; 7.87; 12.36; 8.82 N/mm<sup>2</sup>) peel (2.70; 2.60; 3.01; 3.14 N/mm), and negligible amounts of VOC's (emitted to the environment). The solvent-based adhesives formulated demonstrated lower solids content (19.04 and 20.97 %), high viscosity (3346 cps and 3563); type of amber, less sticky (Qualifying: Good), fast and varying aging, lower shear strength strength (6.18 and 6.90 N/mm<sup>2</sup>) and peel strength (1.98 and 2.30 N/mm), considerable amounts of VOC's emitted into the atmosphere.

Finally it was concluded that the adhesives polychloroprene waterborne presented advantages in physical-chemical properties, mechanical properties and reduced impact on the environment compared to their solvent-based counterparts.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Determinación del problema

Un adhesivo es un producto químico, capaz de unir diversos sustratos superficialmente, mediante fuerzas internas (cohesión y adhesión).

Dependiendo el tipo de soporte químico los adhesivos se clasifican en: adhesivos reticulados UV, adhesivos en base solvente, adhesivos Hot melts, adhesivos en base acuosa.

Los adhesivos de policloropreno en base solvente que son utilizados en las industrias poseen una considerable adherencia en el sustrato que se les aplica, estos pegamentos si bien tienen notables características requieren en sus preparaciones solventes, los cuales perjudican la salud humana y el medio ambiente.

La elaboración y el uso de los adhesivos de policloropreno en base solvente conllevan una serie de riesgos, entre los que destacan las repercusiones medioambientales y los efectos perniciosos para la salud de los trabajadores, como consecuencia de la peligrosidad de los disolventes orgánicos utilizados en su formulación. Los compuestos orgánicos volátiles (COV's) presentes en la atmósfera intervienen en el proceso de formación de niebla contaminante

(smog), procediendo algunos de ellos de la emisión de disolventes orgánicos al medio ambiente.

Los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa son los que a comparación de los adhesivos de policloropreno en base solvente poseen mejores características (porcentaje de sólidos, adherencia, resistencia al desgarro, envejecimiento y otros). Además presentan menores repercusiones medioambientales y efectos perniciosos para la salud humana.

La tendencia actual de las industrias se dirige hacia la eliminación o sustitución de los adhesivos en base disolvente orgánico en un futuro próximo. En este sentido, los adhesivos en base acuosa constituyen las alternativas más viables para la sustitución o eliminación de los adhesivos en base solvente orgánico.

En los últimos años, ha aumentado de manera considerable el interés por el conocimiento científico y técnico de los adhesivos en base acuosa, ya que las posibilidades de éxito de estos adhesivos radican en su inocuidad y en que requieren procesos muy similares para la formación de la unión adhesiva, a los de sus análogos en base solvente.

Los adhesivos en base acuosa o de "dispersión" Se basan en dispersiones o disoluciones de polímeros (de origen vegetal o sintético) en agua, contienen

resinas insolubles finamente distribuidas como partículas sólidas en agua, estos adhesivos curan al evaporarse el agua.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuáles son las ventajas en las propiedades fisicoquímicas, mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente y sus repercusiones sobre el medio ambiente?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ❖ ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas y mecánicas a determinar de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa?
- ❖ ¿Cuáles son las propiedades físico-químicas y mecánicas a determinar de los adhesivos de policloropreno en base solvente?
- ❖ ¿Cuáles son los efectos de la emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar las ventajas comparativas en las propiedades físico-químicas, mecánicas y medioambientales de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ❖ Determinar las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.
- ❖ Determinar las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente.
- ❖ Comparar los efectos de la emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y los adhesivos de policloropreno en base solvente.

### **1.4 Justificación del problema**

Las razones que justifican el proyecto propuesto son:

#### **1.4.1 Por su naturaleza**

El proyecto de la investigación está relacionado con los siguientes subtemas:

- ❖ Propiedades de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente desde el punto de vista físico-químico y mecánico.

- ❖ Efectos de la emisión de COV'S de los adhesivos de policloropreno, los cuales ocasionan daños al ambiente.

El presente trabajo de investigación permite demostrar las ventajas que poseen los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en comparación de sus pares homólogos en base solvente. Estos pegamentos de policloropreno en dispersión acuosa es una tecnología que recién se está explorando en nuestro país y es el futuro para conservar tanto el medio ambiente como la salud humana.

#### **1.4.2 Por su magnitud**

En los últimos años el Perú ha desarrollado un crecimiento de producción y empleabilidad en sus diversos tipos de industria, una de ellas es el sector calzado el cual produjo aproximadamente 2 001 445 pares de calzado de goma y 1 082 056 pares de calzado de plástico en el año 2013 (PRODUCE, 2013), esta industria utiliza en el proceso de pegado y armado entre sus adhesivos, a los pegamentos de policloropreno que son preparados con solventes.

La industria del calzado está conformada por empresas y mypes debidamente formalizadas y otras que trabajan de manera informal. Esto también ocurre en las industrias madereras, papeleras, de acabado, entre otras, las cuales al utilizar los pegamentos de policloropreno en base

solvente exponen a diferentes peligros a sus trabajadores además de repercutir negativamente sobre el medio ambiente.

La producción de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa significa una alternativa viable para mitigar los riesgos y los efectos negativos al emplear los pegamentos de policloropreno en base solvente, beneficiando no solo a las industrias que las utilizan para sus procesos de pegado sino también a las empresas que fabrican estos adhesivos.

#### **1.4.3 Por su trascendencia**

Hoy en día en nuestro país se utilizan en gran demanda adhesivos de policloropreno en base solvente los cuales son perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. El actual gobierno ha emprendido la búsqueda de nuevos tipos de tecnología para el reemplazo de estos adhesivos, los cuales son utilizados para los diferentes sectores industriales (calzado, maderera, papelera, acabados y otros).

Los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa pueden ser utilizados en reemplazo de los pegamentos en base solvente, siendo este un nuevo tipo de adhesivos amigables con el medio ambiente.



#### **1.4.4 Por su vulnerabilidad**

La fabricación de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y la determinación de sus propiedades es una investigación nueva en nuestro país. La presente investigación intenta explicar las ventajas que poseen estos adhesivos con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente; permitiendo así sustituir a los pegamentos de policloropreno en base solvente (nocivos y tóxicos) por los de policloropreno en dispersión acuosa. Además de permitir la reducción de la importación de solventes (tolueno, benceno, etc), componentes principales de los adhesivos de policloropreno utilizados tradicionalmente en nuestro país. Se cuenta con los equipos, insumos e información necesaria para su desarrollo.

#### **1.4.5 Por su aporte**

- **Científico**

Con el desarrollo de esta tesis, podemos adquirir mayores conocimientos acerca de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.

- **Tecnológico**

Esta tesis busca innovar el sector de adhesivos con tecnologías nuevas para su uso en las diferentes aplicaciones que se le puede dar a este producto, así como las ventajas que presentan estos adhesivos.

## **1.5 Importancia**

La importancia relevante de la tesis, es la demostración que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa representan un nuevo tipo de productos capaces de reemplazar a los adhesivos de policloropreno en base solvente para sus usos desarrollados en el presente trabajo (cuero y madera). Los pegamentos de policloropreno en base solvente causan daños al medioambiente y a la salud humana, pero a pesar de estos aspectos negativos que presentan estos adhesivos son utilizados con gran demanda en las industrias de nuestro país (calzado, carpintería, tapicería, etc.).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1 Antecedentes metodológicos**

Investigadores apoyados por la empresa Du Pont, realizaron una invención la cual se refería al revestimiento, la impregnación, y el acabado de tejidos y artículos porosos y absorbentes similares con composiciones que contenían polímeros de policloropreno (Collins & Larson, 1934). Los adhesivos preparados requerían de componentes como policloropreno, fenil beta lamina, óxido de zinc y tolueno. Entre sus resultados lograron demostrar la adhesión que existía entre los sustratos, en los cuales se aplicaba estos pegamentos de policloropreno.

Diversas empresas publicaron artículos sobre investigaciones referidas a los adhesivos de policloropreno en base solvente, donde detallaban las características y componentes que se requerían para este tipo de adhesivos.

Los policloroprenos utilizados debían mantener la fuerza adhesiva, la rapidez del desarrollo de la misma y el tiempo abierto en el pegamento. Las resinas incluidas en las formulaciones de estos pegamentos eran reductores de la viscosidad, agentes de mojado, promotores de la adhesión, tackificantes y agentes reforzantes, prolongando a su vez el tiempo de retención de la pegajosidad. Estas resinas eran sujetas a oxidación con el

transcurso del tiempo, mediante la adición de antioxidantes apropiados como es el caso del Óxido de Zinc se evitaba el envejecimiento de las uniones adhesivas, la inclusión de disolventes ejercían un efecto importante en las características finales de los adhesivos como la viscosidad, facilidad de pulverización, adherencia y resistencia al desfasamiento, entre otros (Bayer, 1970).

Científicos (Musch, Pankus, Schildan, 2002) apoyados por la empresa Bayer Aktiengesellschaft, realizaron una investigación referente a las "composiciones adhesivas a base de dispersiones de policloropreno" y su uso como adhesivos de contacto de sustratos orgánicos e inorgánicos. En esta investigación el adhesivo preparado, en general contuvo 100 partes en peso de una dispersión de policloropreno que contenía como emulsionante un ácido diterpeno carboxílico tricíclico que tiene al menos dos dobles enlaces conjugados  $C = C$  por molécula, 15 a 75 partes en peso de una resina adhesiva, 1 al 10 partes de un óxido metálico seleccionado de óxido de zinc y óxido de magnesio, y, opcionalmente, otras sustancias auxiliares y aditivos, todos los cuales están presentes en la forma de una dispersión. Se realizaron pruebas donde se midió el tiempo de adhesión de contacto sobre películas de poliéster, el pegamento fabricado tuvo un tiempo de contacto de 24 días, la adhesión a sustratos no absorbentes tales como el acero también fue excelente incluso después de un tiempo de almacenamiento de 6 días, se demostró una fuerte adhesión a olefinas termoplásticas. En general se

demonstró que el adhesivo fabricado mostró excelentes características de adhesión.

A la fecha de la investigación no se ha encontrado ningún estudio relacionado a la presente tesis.

## **2.2 El policloropreno**

Neopreno es el nombre genérico con que se designan los elastómeros sintéticos a base de cloropreno. Los neoprenos o policloroprenos constituyen uno de los primeros cauchos sintéticos (1931). Los vulcanizados de neopreno, en todos sus tipos, se asemejan a los del caucho natural en las propiedades físicas básicas; pero son muy superiores en muchas propiedades específicas como la resistencia al deterioro por los aceites, los disolventes, la oxidación, la luz solar, la flexión, el calor y las llamas. La resistencia a las llamas es probablemente su propiedad más singular, y es debida a su contenido de cloro.

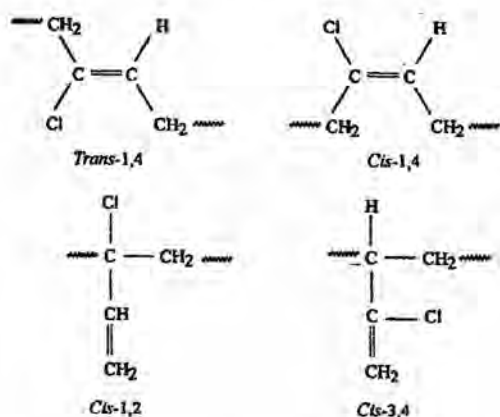
### **a. Propiedades físicas y químicas del policloropreno**

Las propiedades elastoméricas del policloropreno están controladas por la microestructura del polímero, mientras que las propiedades del procesado están controladas por la distribución de pesos moleculares, y el número y distribución de las ramificaciones y entrecruzamientos. Por su parte, las propiedades químicas (reactividad, envejecimiento, etc) se afectan por la

estructura y por la existencia de un átomo de cloro por cada cuatro de carbono.

Los aspectos básicos de la estructura de los policloroprenos fueron establecidos por Maynard y Mochel en 1955. Estos investigadores mostraron, mediante difracción de rayos X y espectroscopia infrarroja, que los policloroprenos están constituidos principalmente por secuencias lineales de trans-2-cloro 2-buteno. También encontraron pequeñas proporciones de las estructuras formadas por polimerización cis-1,4; 1,2; y 3,4.

**FIGURA 2.1**  
**COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA DEL**  
**POLICLOROPRENO**



**Fuente:** MAYNARD J. T. and MOCHEL W. E. **The structure of neoprene. VIII. Effect of polymerization temperature on polymer properties.** Journal of Polymer Science. Vol. 18. (88). October 1955.

Cuando la polimerización se realiza a  $-40^{\circ}\text{C}$  las estructuras de los últimos tres tipos representan alrededor del 5% del total, aumentando paulatinamente dicha proporción con la elevación de la temperatura de polimerización hasta alcanzar un valor de 30% cuando se lleva a cabo a  $100^{\circ}\text{C}$ . Puesto que el carácter cristalino del polímero se debe a la estructura trans-1,4, cuanto más alta sea la proporción de ésta, mayor será la tendencia a la cristalización. De ahí que la elevación de la temperatura de polimerización produzca polímeros con menos tendencia a la cristalización.

Técnicamente, es muy importante la presencia de una pequeña proporción de las estructuras de la adición 1,2; en los cauchos de policloropreno habituales esta proporción es del 1,5% aproximadamente. En estas estructuras el cloro tiene una configuración alílica, por lo que se espera que presente una mayor reactividad; se cree que este cloro puede ser centro reactivo en la vulcanización del policloropreno con óxidos metálicos.

Desde el punto de vista tecnológico la cristalización es el cambio físico responsable del "endurecimiento" progresivo que sufren tanto los cauchos crudos, como sus mezclas y sus vulcanizados. La cristalización se debe a la tendencia que presentan estos cauchos a que segmentos de cadenas moleculares se empaqueten en una disposición ordenada. La más alta velocidad de cristalización se suele producir entre  $-9$  y  $120^{\circ}\text{C}$ . El proceso

de cristalización es totalmente reversible y desaparece por calentamiento a 50°C - 60°C (Johnson, 1976).

Conviene mencionar que en muchas aplicaciones, una elevada tendencia a la cristalización puede suponer un problema; por ejemplo cuando las piezas fabricadas con este caucho han de almacenarse a temperaturas muy bajas. Sin embargo, en los adhesivos de policloropreno gracias a la cristalización se alcanza en unos minutos una resistencia de la unión adhesiva muy superior a la conseguida con otros adhesivos no cristalizables.

La cinética de cristalización del policloropreno se ha estudiado mediante análisis térmico diferencial. El calor de fusión de la fase cristalina es aproximadamente 96 KJ/kg, la energía de activación para la cristalización 104 KJ/mol. Las variaciones en el peso molecular y en el grado de entrecruzamiento sólo afectan ligeramente al grado de cristalización.

La temperatura de fusión del policloropreno es alrededor de 15°C mayor que la temperatura de cristalización. Por otra parte, conociendo la densidad del polímero amorfo (1.23 g/cm<sup>3</sup> a 25°C) y la del cristalino (1.35 g/cm<sup>3</sup> a 25°C), se puede calcular el grado de cristalinidad: el polímero preparado a -40°C presenta un 38% de cristalinidad, mientras que el polímero preparado a 40°C contiene un 12% de cristalinidad.



## **b. Cauchos de policloropreno**

La fabricación industrial de los cauchos de policloropreno fue iniciada en 1932 por Du Pont de Nemours en Estados Unidos con el nombre comercial de Duprene, que pronto cambió a Neoprene (castellanizado Neopreno). Casi simultáneamente comenzó también la fabricación industrial en la antigua URSS inicialmente con el nombre de Sovprene y posteriormente con el de Nairit. Hasta 1960 Du Pont fue el único fabricante de caucho de cloropreno en el mundo occidental, pero lo que su marca registrada se difundió tanto que aún hoy el nombre de Neopreno. A menudo con minúscula, se usa ampliamente para designar genéricamente a los cauchos de cloropreno. En 1960 la firma alemana Farbenfabriken Bayer AG inició su fabricación con el nombre de Perbunan C, que luego cambió al actual de Baypren, y en años sucesivos se extendió su producción a diversas compañías. En 1962 Denki Kagaku estableció en Japón. Distugil, en Francia, comenzó su producción en 1966, y luego la compañía Toyo-Soda también ingresó al mercado de elastómeros.

Existen actualmente cinco grandes proveedores de elastómeros de policloropreno en el mundo:

### **PROVEEDORES**

Du Pont

Bayer

Distugil

Denki-Kagaku

### **NOMBRE COMERCIAL**

Neopreno

Baypren

Buthachlor

Denka

### 2.3 Los adhesivos

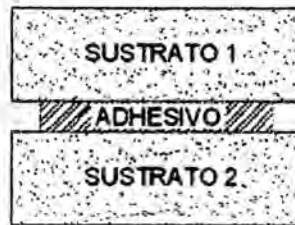
Los adhesivos se conocen desde tiempos inmemoriales y han sido empleados extensamente a lo largo de la historia hasta la actualidad.

Existen ejemplos naturales de adhesión, como es el caso de las telas de araña, de los panales de abejas o de los nidos de pájaros. Se han hallado vestigios del uso de la sangre animal como adhesivo durante la Prehistoria.

Los babilonios empleaban cementos bituminosos hacia el 4000 A.C, mientras que los egipcios preparaban adhesivos mediante la cocción de huesos de animales para la adhesión de láminas de madera hacia el 1800 A.C.

Se puede definir adhesivo como aquella sustancia que aplicada entre las superficies de dos materiales permite una unión resistente a la separación. Denominamos sustratos o adherentes a los materiales que pretendemos unir por mediación del adhesivo. El conjunto de interacciones físicas y químicas que tienen lugar en la interfase adhesivo/adherente recibe el nombre de adhesión.

**FIGURA 2.2**  
**ESQUEMA BÁSICO DE LA UNIÓN ADHESIVA**



**Fuente:** ARCHILA ORTIZ Gustavo Adolfo. **Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos.** Tesis de Grado. Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 2007.

Las uniones adhesivas presentan las siguientes ventajas con respecto a otros métodos de ensamblaje de materiales:

- Distribución uniforme de tensiones
- Rigidización de las uniones
- No se produce distorsión del sustrato
- Permiten la unión económica de distintos materiales
- Uniones selladas
- Aislamiento
- Reducción del número de componentes
- Mejora del aspecto del producto
- Compatibilidad del producto

Como inconvenientes de los adhesivos, podemos destacar:

- Necesidad de preparación superficial
- Espera de los tiempos de curado

- Dificultad de desmontaje
- Resistencias mecánica y a la temperatura limitadas
- Inexistencia de ensayos no destructivos.

### **2.3.1 Tipos de adhesivos**

#### **a. Tipos de adhesivos según su composición química**

Los adhesivos basados en resinas y cauchos sintéticos resaltan en versatilidad y rendimiento. Los productos sintéticos pueden ser producidos de forma regular y con propiedades uniformes. Además, pueden modificarse de varias formas y a menudo se combinan para obtener las mejores características para una aplicación concreta.

- **Adhesivos acrílicos**

Los acrílicos son un tipo de polímero sintético dentro de la familia de resinas termoplásticas. Ofrecen una adhesión fuerte y duradera a temperaturas normales.

Las ventajas de estos adhesivos son: su versatilidad, su gran resistencia hidrolítica y a los agentes agresivos, su fácil dosificabilidad en producción, su excelente relación precio-rendimiento, la necesidad de una mínima preparación superficial, las excelentes propiedades mecánicas del adhesivo (Navarro y colab., 2010).

- **Adhesivos en base caucho**

Los sistemas en base caucho pueden estar hechos de caucho sintético como el estireno butadieno (SBR) o de caucho natural. Los adhesivos en base caucho siempre contienen resinas tackificantes y probablemente otros modificadores porque el caucho no es fundamentalmente adherente. Los adhesivos en base caucho normalmente tienen una buena adhesión a los sustratos no polares como el polietileno y el polipropileno no tratados (UPM RAFLACTAC, 2001).

**b. Según su forma de aplicación**

**TABLA 2.1**

**TIPOS DE ADHESIVOS POR SU FORMA DE APLICACIÓN**

Termoplásticos	Pueden ablandarse y fundirse repetidamente por la acción del calor, volviendo a endurecerse al enfriar sin experimentar cambios químicos.
Termoestables	Por la acción de un agente externo, por ej. un catalizador, el calor o la luz UV, experimentan una reacción química que los lleva a un estado sólido permanente, resistencia al calor.
De contacto	Se distribuyen sobre las dos superficies a unir, se deja un periodo para la evaporación parcial del disolvente que los acompaña y luego se enfrentan ambas partes. Forman un fuerte enlace con elevada resistencia al deslizamiento.
De fusión en caliente ("Hot-Melt")	Basados en compuestos a la vez fusibles y adherentes, se aplican derretidos formando al enfriar enlaces fuertes y rígidos.
Sensibles a la presión	Adhieren a temperatura ambiente por aplicación de una breve presión.
Rehumectables	Se aplican en solución y se dejan secar, reactivándose sus propiedades adherentes al volver a aplicar agua.

**Fuente:** INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. **NTP164: Colas y Adhesivos. Tipos y riesgos higiénicos.** *Notas Técnicas de Prevención.* España. Editorial CTAIMA. Serie 5. 1986.

**c. Según su origen y composición**

**TABLA 2.2**  
**TIPOS DE ADHESIVOS POR SU ORIGEN Y COMPOSICIÓN**

<b>A. ADHESIVOS NATURALES</b>	
Colas animales	Preparadas a partir de colágeno de mamíferos, principal proteína del cuero, huesos y tendones.
Colas de pescado	Naturaleza similar a la anterior. Se obtiene por extracción de piles de pescado.
Colas de caseína	Obtenida a partir de caseína, proteína procedente de la leche.
Cola de albumina de sangre	Se prepara a partir de sangre fresca de matadero o de polvo seco de sangre soluble y agua.
Cola de soja	Tiene también naturaleza proteínica y se obtiene a partir de harina de soja en solución alcalina.
Dextrina	Obtenidas por hidrólisis a partir del almidón
Látex	Nombre que se daba al producto natural obtenido del árbol del caucho. Actualmente se aplica a los cauchos, tanto naturales como sintéticos, no curados.
Goma arábica	Obtenida por oxidación del tronco y ramas de árboles de acacia.
<b>B. ADHESIVOS SINTETICOS</b>	
Resinas de Urea-Formaldehido	Resultado de la condensación de urea no sustituida y formaldehido
Resinas de Melamina-Formaldehido	Formadas por condensación de melamina no sustituida y formaldehido
Resinas de Fenol-Formaldehido	Constituidas por condensación de formaldehido y un fenol monohidrico (fenol, cresoles o xilenoles).

Resinas de Resorcina-Formaldehido	Resultan por condensación de resorcina y formaldehido.
Resinas Epoxi	Adhesivos que se presentan en dos partes; una resina conteniendo un grupo epoxi y un catalizador tipo amina u otro compuesto que actúa como agente de curado.
Poliisocianatos	Se obtienen a partir de isocianatos alifáticos o aromáticos con dos o más grupos isocianato en su molécula. Reaccionan con compuestos conteniendo hidrogeno activos. Cuando la reacción se produce con un poliol se forman los poliuretanos.
Resinas de poliéster	Son polímeros cuyas moléculas contienen varios grupos ester.
Resinas vinílicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contienen en su molecula al grupo vinilo. Destacan entre ellas las de:</li> <li>✓ Acetato de polivinilo, Polivinil acetales</li> <li>✓ Alcohol polivinilico, polivinil éteres</li> <li>✓ Poliestireno</li> <li>✓ Resinas acrílicas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivadas del ácido acrílico (ésteres acrílicos y cianoacrilatos)</li> <li>• Derivadas del acrilonitrilo</li> <li>• Derivadas de la acrilamida</li> </ul> </li> </ul>
Cauchos sintéticos	Polímeros obtenidos a partir del isobutileno, del butadieno-acrilonitrilo, del estireno-butadieno y del neopreno.
Derivados de celulosa	Con un origen vegetal, se obtienen por tratamiento químico de la celulosa. Destacan la nitrocelulosa y el acetato de celulosa.

**Fuente:** INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. NTP164: Colas y Adhesivos. Tipos y riesgos higiénicos. *Notas Técnicas de Prevención*. España. Editorial CTAIMA. Serie 5. 1986.

#### d. Según su soporte químico

El soporte químico es la sustancia en la que se encuentra el adhesivo antes de ser aplicado. El soporte puede ser agua o un disolvente, o puede

no haber ningún soporte, con lo que el adhesivo es materia sólida al 100%.

- **Sistemas en base agua (dispersiones)**

En sistemas en base agua, el soporte químico es agua. Después de la aplicación del adhesivo, el agua se evapora durante el secado.

- **Sistemas en base disolvente**

En los sistemas en base disolvente, el soporte es un disolvente. El disolvente se evapora durante el secado.

- **Sistemas reticulados UV**

Los acrílicos reticulados UV son un desarrollo tecnológico relativamente nuevo en adhesivos sensibles a la presión. Igual que los adhesivos hot melt, son 100% sólidos. Antes del adhesivado, los acrílicos UV son fundidos y reticulados con radiación UV después del adhesivado. Un fotoiniciador en el adhesivo inicia la reacción reticulante. Los beneficios del reticulado incluyen una mayor resistencia química, cohesión y resistencia al calor.

Los acrílicos reticulados UV combinan las mejores propiedades de las dispersiones acrílicas y hot melts en base caucho: resistencia al agua, a los productos químicos, al calor y rayos UV.



- **Hot melts (100 % sólidos)**

Una gran parte de las resinas termoplásticas, pueden utilizarse como adhesivos en fusión en caliente o adhesivos hot-melt. Antes del calentamiento, el adhesivo hot-melt es un material sólido, la aplicación del calor hace que este se funda, poniéndose en contacto con la superficie del material a unir produciéndose un alto grado de humectación entre el adhesivo y el adherente (Liesa & Bilurbina, 1990).

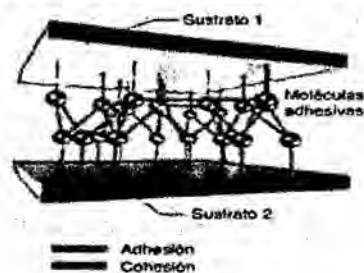
## 2.4 La Adhesión

Los adhesivos son puentes entre las superficies de los sustratos, tanto si son del mismo, como si son de distinto material. El mecanismo de unión depende de:

- La fuerza de unión del adhesivo al sustrato o adhesión
- La fuerza interna del adhesivo o cohesión.

**FIGURA 2.3**

### DIFERENCIACIÓN ENTRE ADHESIÓN Y COHESIÓN



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

Modos de fallo de una unión adhesiva:

- Separación por adhesión: cuando la separación se produce en la interfase sustrato-adhesivo.
- Separación por cohesión: cuando se produce la ruptura del adhesivo.
- Ruptura de sustrato: cuando el propio sustrato rompe antes que la unión adhesiva o que la interface sustrato-adhesivo.

**FIGURA 2.4**  
**REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS MODOS DE FALLO**  
**DE UNA UNION ADHESIVA**



**Fuente:** ESPAÑA GINER José. **Investigación de los mecanismos de modificación superficial en ionómeros mediante la utilización de tecnologías de plasma atmosférico.** Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. 2013.

#### **a. Fenómenos de la adhesión**

El fenómeno de la adhesión ha sido objeto de un profundo estudio durante las últimas décadas. Sin embargo, no existe una teoría unificada que explique el fenómeno en conjunto, sino diferentes modelos que justifican cada caso particular. En la mayoría de los casos, ninguna de ellas por sí sola sería capaz de explicar plenamente el fenómeno de la adhesión, siendo necesaria la combinación de varias. Es por ello que en los libros de texto

aparecen descritas todas ellas. Básicamente, se pueden distinguir dos tipos de fenómenos en la interfase sustrato-adhesivo: los de tipo físico y los de tipo químico. Las diferentes teorías pueden encuadrarse dentro de esta primera división:

- **Fenómenos físicos:**

- ✓ Modelo de adhesión mecánica.
- ✓ Teoría de la difusión.
- ✓ Teoría eléctrica.

- ✓ **Modelo de la interconexión mecánica:**

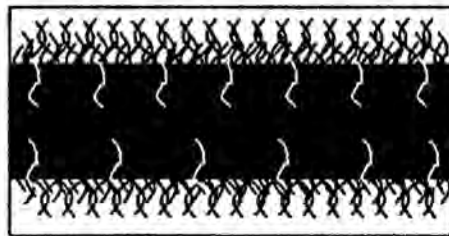
Considera que la adhesión se realiza mediante la penetración del adhesivo en los poros y cavidades de la superficie del sustrato. La rugosidad del sustrato proporciona una gran superficie que permite una buena conexión mecánica sustrato-adhesivo. Es preciso asegurar una buena humectabilidad del sustrato por el adhesivo, puesto que las cavidades no alcanzadas por el adhesivo constituyen puntos potenciales de iniciación de rotura de la unión adhesiva (Mc Brain & Hopkins, 1925).

- ✓ **Teoría de la difusión:**

La teoría de la difusión (Voyustkii, 1963) se utiliza para explicar la adhesión de los polímeros entre sí, considerando que la adhesión se debe a una interdifusión de las moléculas del adhesivo y sustrato a

través de la interfase, el mecanismo parece ser basado en la migración de las cadenas poliméricas largas que son mutuamente solubles. Este fenómeno se encuentra limitado a la autoadhesión, a la adhesión de polímeros compatibles y quizás también a la soldadura termoplástica o con disolvente.

**FIGURA 2.5**  
**TEORÍA DE LA DIFUSIÓN**



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

✓ **Teoría eléctrica:**

La teoría eléctrica fue desarrollada por Deryagin después de observar la emisión de electrones rápidos con una energía de varios KeV en el momento de producirse la ruptura de la unión adhesiva o la fractura de un cristal.

De forma muy esquemática, la teoría eléctrica compara el sistema adhesivo/sustrato a un condensador plano cuyas placas están constituidas por la doble capa eléctrica que se forma cuando dos

materiales de naturaleza diferente se ponen en contacto, por ejemplo un polímero y el vidrio. La existencia de una doble capa eléctrica es fundamental para explicar los fenómenos de adhesión, pero no puede considerarse un modelo universal, y sólo se puede aplicar a determinados casos particulares. Además, la contribución a la adhesión debida a fuerzas de van der Waals es en algunos casos superior a la procedente de interacciones electrostáticas.

- **Fenómenos químicos:**

- ✓ **Teoría de la adsorción termodinámica o mojado superficial:**

Existen teorías modernas que incluyen los efectos debidos a las propiedades cohesivas del adhesivo y a la aparición de capas débiles en los sustratos.

La teoría de la adsorción termodinámica o mojado superficial explica muchas de las uniones adhesivas que se realizan habitualmente. Algunos autores apoyan la idea de que al poner en contacto íntimo dos sólidos no importa que haya o no difusión porque cuando se produce, las fuerzas intermoleculares que se desarrollan en la interfase son suficientes para garantizar una adhesión del mismo orden de magnitud, no existiendo por tanto una frontera clara entre difusión y adsorción termodinámica. En esta teoría estas fuerzas se denominan "fuerzas de humectación o mojabilidad" porque cuando se forma una

unión adhesiva se pasa por una fase de contacto entre el líquido y el sólido, y este proceso es al fin y al cabo de mojado.

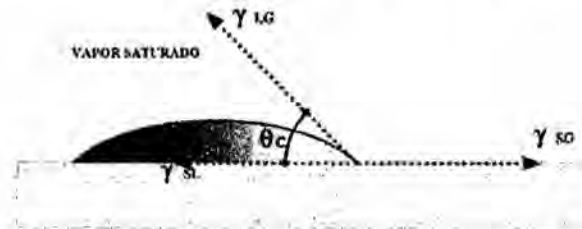
En general, se distinguen diferentes tipos de fuerzas involucradas en el fenómeno de adsorción:

- Enlaces secundarios: fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno.
- Enlaces primarios: enlace iónico, enlace covalente.

A pesar de su debilidad relativa, los enlaces secundarios generan en la práctica uniones suficientemente fuertes, dado que la superficie que entra en juego es considerable. Los enlaces primarios mejoran la durabilidad de las adhesiones y suelen ser necesarios para la adhesión de materiales cerámicos y vidrio.

Una forma de medir la energía superficial libre de un sólido consiste en observar el ángulo que forma un líquido de tensión superficial conocida en contacto con tal material. El ángulo de contacto es una característica interfacial independiente de la masa de líquido depositada o de sus propiedades reológicas.

**FIGURA 2.6**  
**REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA ÁNGULO DE CONTACTO DE UNA GOTA DE ADHESIVO SOBRE UNA SUPERFICIE SÓLIDA**



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

Se considera que un líquido moja a un sólido cuando el ángulo de contacto es inferior a  $90^\circ$ . Esto sólo se produce cuando la tensión superficial del líquido es igual o inferior a la energía superficial del sustrato. En caso contrario se dice que tal líquido no moja el sólido en cuestión. El método de Wilhelmy para la determinación de tensiones superficiales de líquidos y ángulos de contacto fue desarrollado en el último siglo por Ludwig F. Wilhelmy. Se basa en el uso de un tensiómetro, con un accesorio constituido por una placa de platino, la cual se sumerge y extrae del líquido a estudiar.

## **2.5 Diseño y evaluación de las uniones adhesivas**

Los tecnólogos de la adhesión diseñan normalmente las formulaciones adhesivas para lograr que las fuerzas adhesivas sean siempre superiores a las

cohesivas. De este modo, conociendo las propiedades mecánicas del adhesivo se puede evaluar y, por tanto predecir, el comportamiento mecánico de una unión adhesiva. Según este enfoque, las propiedades mecánicas de la unión pueden estudiarse en base a las propiedades mecánicas del adhesivo que la constituye.

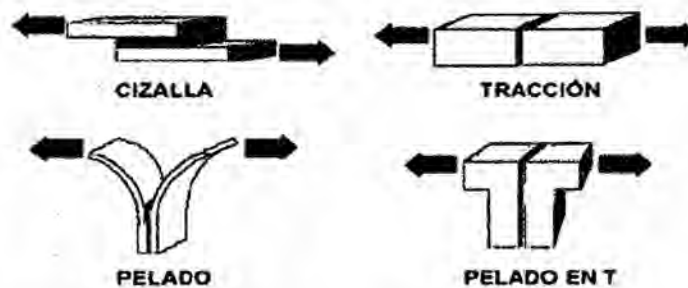
Los esfuerzos mecánicos actúan sobre los conjuntos ensamblados como esfuerzos de tracción, de compresión, de flexión, de torsión y de cortadura, provocando así las tensiones; aun así, las tensiones no aparecen únicamente como consecuencia directa de transmitir fuerzas o energías, sino que también se pueden dar por la aparición de fenómenos secundarios que acompañan a los cambios de temperatura (Navarro, y colab., 2010).

Tipos de sollicitaciones adhesivas:

- Esfuerzos normales: de tracción y de compresión.
- Esfuerzos de cortadura o cizalla.
- Esfuerzos de desgarro.
- Esfuerzos de pelado.



**FIGURA 2.7**  
**REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS PRINCIPALES**  
**SOLICITACIONES DE LAS UNIONES ADHESIVAS**



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

Un paso extremadamente importante durante el proceso de diseño de la junta adhesiva es establecer los requisitos de la aplicación. Propiedades como la resistencia a cortadura, la resistencia a impacto, la pérdida de resistencia por envejecimiento térmico, las tolerancias de montaje (holguras), la resistencia a la humedad, a nieblas salinas y a disolventes, los tiempos de manipulación requeridos y los límites aceptables para cualquiera de tales pruebas son ejemplos de características que deben ser especificadas.

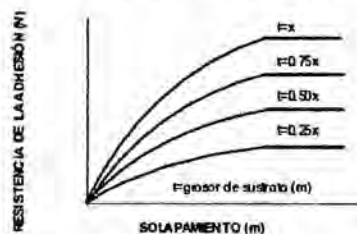
**FIGURA 2.8**  
**VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN ADHESIVA**  
**INCREMENTANDO ANCHURA Y LONGITUD DE**  
**SOLAPAMIENTO.**



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

La longitud y la anchura no son las únicas variables geométricas que influyen en la resistencia de la adhesión. La carga a partir de la cual un sustrato comenzará a deformarse plásticamente depende de su rigidez y grosor. Sucede con frecuencia que la resistencia de adhesión de dos piezas delgadas supera el límite elástico y la resistencia última de los sustratos.

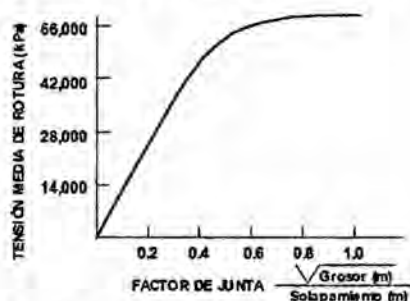
**FIGURA 2.9**  
**VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN ADHESIVA**  
**FRENTE AL SOLAPAMIENTO PARA DIFERENTES GROSORES.**



**Fuente:** RODRIGUEZ MONTES Julian, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.

De Bruine y Houwink analizaron la relación entre grosor, solapamiento y tensión, definiendo como "factor de junta" la relación entre la raíz cuadrada del grosor y la longitud de solapamiento (Bruyne, Houwink, 1951).

**FIGURA 2.10**  
**EFFECTO DEL "FACTOR DE JUNTA" SOBRE LA RESISTENCIA DE LAS UNIONES ADHESIVAS.**



Fuente: DE BRUYNE NORMAN Adrian, HOUWINK Roelof. Adhesion and Adhesives. New York. Editorial Hertogenbosch's. Edición Primera. 1951.

Se debe utilizar siempre la mayor área posible, respetando las limitaciones de costo de la aplicación, alinear correctamente las uniones de modo que las tensiones puedan ser absorbidas en la dirección de mayor resistencia de la unión.

## 2.6 Propiedades físico-químicas de los adhesivos

### a. Contenido de sólidos

Un parámetro importante de la calidad de un pegamento es el contenido de sólidos se define como el porcentaje, en peso, de material sólido presente

en la formulación de un adhesivo en relación a su masa cuando ya sea húmedo o diluido (Aguiar & Borin & Poppei, 2010).

#### **b. Viscosidad**

La viscosidad se define como la resistencia de un material líquido a fluir, en un adhesivo la viscosidad es una indicación de cuán fácilmente el producto será aplicado o propagado en el sustrato, también puede reflejar errores en la composición o la edad excesiva del material (Schneberger, 1983). Los adhesivos pueden ser líquidos newtonianos, tixotrópicos, o no fluido. Las medidas de viscosidad del flujo de los adhesivos Newtonianos o casi Newtonianos se basan por lo general en los métodos que se describen en detalle en las normas ASTM D-1084 Estándar.

#### **c. Color**

El color es una propiedad física, en un adhesivo varía dependiendo las características del polímero utilizado para la preparación del pegamento, también es un parámetro importante en la determinación de la estabilidad térmica.

#### **d. Pegajosidad**

La pegajosidad o tack, se ha definido como la propiedad que permite a un adhesivo formar un enlace con la superficie de otro material en un tiempo de contacto corto y utilizando una baja presión. El tack, es por tanto, una adhesión instantánea diferente a la adhesión final.

El tiempo necesario para el desarrollo de la adhesión en términos de tack es muy corto comparado con el tiempo requerido para el desarrollo de la máxima adhesión. La manera más sencilla de medir el tack o pegajosidad es la sensación experimentada cuando se pone el dedo pulgar en contacto con una superficie adhesiva, separándolo posteriormente y percibiendo la facilidad o dificultad para separar el dedo de la superficie (Houwink y Salomon, 1973).

#### **e. Envejecimiento**

El envejecimiento de un adhesivo se define como el cambio de la calidad del adhesivo en función del tiempo y de los efectos externos que propicien dicho cambio.

### **2.7 Propiedades mecánicas de los adhesivos**

#### **a. Resistencia a la cizalla por tracción**

Una propiedad fundamental de cualquier adhesivo es la resistencia de la unión adhesiva curada. Ésta es una función del adhesivo, los sustratos que se unirán y el método de unión y curación. Los fabricantes y usuarios finales de adhesivos utilizan este método de ensayo para investigar las propiedades de tracción de cizalladura de solapas de unidos entre sí.

### **b. Resistencia al pelado**

Este método de ensayo cubre la determinación de las características comparativas de pelado de las uniones adhesivas en un ensayo realizado sobre probetas de tamaño estándar y bajo condiciones definidas de pretratamiento, temperatura y velocidad de la máquina de ensayo.

## **2.8 Adhesivos en base solvente**

Estos adhesivos se formulan a partir de disolventes que contienen policloropreno, poliuretano, acrílico, y cauchos naturales y sintéticos (elastómeros). Los adhesivos a base de solventes fueron los sistemas tradicionalmente atractivos tanto para los usuarios industriales y los consumidores. Son sistemas de bajo costo que se secan rápidamente y con frecuencia dan alto rendimiento. Los adhesivos a base de solventes contienen importantes niveles de compuestos orgánicos volátiles (COV's), los cuales son considerados como precursores de la formación de smog, y son a menudo sujetos a las regulaciones de los Estados Unidos y en todo el mundo. Estos adhesivos se aplican con brocha, rodillo, y de pulverización o como perlas o cintas ya sea manual o automáticamente. Los adhesivos a base de disolventes están disponibles con una variedad de tiempos de secado y de unión para que coincida con el método de aplicación y proceso de montaje. Estos adhesivos son típicamente intermedios en la fuerza de unión final y la resistencia al calor que proporciona una buena flexibilidad de la línea de unión.

Existen dos clases principales:

- **Adhesivos en Seco**

Estos adhesivos construyen su fuerza a través de la evaporación del disolvente. Después de la aplicación del adhesivo, los soportes deben ser unidos mientras el adhesivo está todavía líquido. Se obtiene una fuerza de unión final después que el disolvente restante se evapora de la línea de unión.

- **Adhesivos de contacto**

Para esta clase de adhesivo, ambos sustratos se recubren con adhesivo y cualquier disolvente presente se permite que se evapore antes de que se haga la unión. La unión se forma poniendo los dos sustratos recubiertos juntos utilizando sólo la presión suficiente para asegurar el contacto íntimo de las dos películas de adhesivo, el adhesivo tiene suficiente pegajosidad o auto-adhesión para proporcionar una fuerza de unión temprana. La fuerza de adhesión se basa en el tiempo que las dos superficies adhesivas permanecen en contacto y las películas que trabajar juntos. Los adhesivos de contacto proporcionan mucha más alta resistencia inicial y generalmente tienen una mayor resistencia final, resistencia al calor, y resistencia a la fluencia que los adhesivos a base de disolventes unidos en húmedo.

### 2.8.1 Adhesivos de policloropreno en base solvente

**TABLA 2.3**  
**FORMULACIÓN TÍPICA DE UN ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

<b>Componente</b>	<b>Partes por cien de caucho (ppcc)</b>
Policloropreno	100
Resina	40-60
Óxido de Zinc	4
Oxido de Magnesio	5
Antioxidante	2
Disolventes	400

**Fuente:** FERRANDIZ GOMEZ Teresa. **Adición de resinas de hidrocarburos a adhesivos de policloropreno.** Tesis Doctoral. Alicante. Universidad de Alicante. 2005.

#### **a. Componentes de los adhesivos de policloropreno en base solvente**

- **Policloropreno**

Los cauchos de policloropreno utilizados para la fabricación de adhesivos son cauchos modificados con mercaptanos, y generalmente de elevada velocidad de cristalización. De este modo, la cristalización de la película de adhesivo de policloropreno proporciona a la unión adhesiva una tenacidad similar a la lograda mediante vulcanización. La selección del tipo de policloropreno más adecuado se basa en un compromiso entre la fuerza adhesiva, la rapidez del desarrollo de la misma y el tiempo abierto.

- **Resina**

Los elastómeros son el componente principal de una formulación adhesiva de policloropreno, y debido a su alto peso molecular (60.000-



350.000) proporcionan la fuerza cohesiva del adhesivos (Lee, 1975). Sin embargo por si solos, los elastómeros, no poseen propiedades adecuadas para funcionar como adhesivos. Las resinas tackificantes ejercen un papel tan importante como los elastómeros, modificando y mejorando sus propiedades.

Las resinas actúan como reductores de la viscosidad, agentes de mojado, promotores de la adhesión, tackificantes y agentes reforzantes, prolongando a su vez el tiempo de retención de la pegajosidad (tack).

Los tipos de resinas más comúnmente utilizados en la formulación de adhesivos de policloropreno en base solvente, tanto sintéticas como naturales, son las alquifenólicas, las terpeno fenólicas, las derivadas de la colofonia, las resinas de cumarona-indeno y las de hidrocarburos.

Estas resinas se agregan generalmente en proporciones del 10 al 60 % (referidos a la cantidad total de policloropreno) y hasta del 100% e incluso más en algunos casos especiales. A estos niveles tan elevados de concentración el efecto favorable producido por la adición de las resinas cambia, y se produce una pérdida de propiedades cohesivas o se obtienen adhesivos muy rígidos. Todas estas resinas extienden, en mayor o menor grado, la duración de la pegajosidad de las películas del adhesivo, pero solo las fenólicas proporcionan un incremento de la adhesión específica.

Las resinas de colofonia son resinas ácidas y termoplásticas obtenidas del pino. Existen tres métodos para la obtención de este producto (Ferrandiz, 1996): Colofonia de goma, colofonia de madera y colofonia de tallo. Las resinas de colofonia deben ser sometidas a modificaciones químicas para que se conviertan en resinas utilizables en adhesivos. Las dos reacciones más utilizadas para la estabilización de estos ácidos son la hidrogenación y la esterificación. Los esterres resultantes del proceso de esterificación son bastantes estables y resistentes a la hidrolisis. Los esterres de colofonia son particularmente buenos tackificantes de Caucho SIS (estireno-isopreno-estireno) Y SBS (estireno-butadieno-estireno). Las resinas tackificantes de hidrocarburos son polímeros derivados de petróleo, carbón y madera. Químicamente se pueden clasificar como aromáticas C<sub>9</sub>, alifáticas C<sub>5</sub>, y dienicas (C<sub>5</sub>)<sub>2</sub> (olefinas cíclicas).

- **Óxidos Metálicos**

En ocasiones el policloropreno puede desprender pequeñas cantidades de cloruro de hidrogeno especialmente en el aire y luz. Este acido puede atacar a algunos materiales unidos mediante adhesivos de policloropreno. Para evitarlo se precisa adicionar antioxidantes y óxidos metálicos.

- **Disolventes**

Los disolventes son muy importantes porque tienen un efecto en las características finales de los adhesivos. Pueden ser un disolvente o una

mezcla de disolventes orgánicos. El disolvente es necesario para facilitar el procesado, la preparación y la aplicación del adhesivo, así como impartir "tack". Para producir una adecuada adhesión es necesario eliminar el disolvente del adhesivo (Satas, 1989).

Estos disolventes influyen en las propiedades de los adhesivos de policloropreno:

- ✓ Viscosidad
- ✓ Propiedades reológicas
- ✓ Humectación y penetración en los sustratos
- ✓ Tack o pegajosidad
- ✓ Resistencia al desfasamiento
- ✓ Resistencia a la congelación
- ✓ Toxicidad
- ✓ Inflamabilidad

**TABLA 2.4**  
**DISOLVENTES MÁS UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**

Disolvente	PD (poder disolvente) <sup>1</sup>	Rapidez de evaporación <sup>2</sup>	Parámetro de solubilidad	Punto de inflamación (°C)
Benceno	10	630	9.2	-15
CCl <sub>4</sub>	10	1280	8.6	Ninguno
Benceno	10	15	10.0	66
Nitrobenceno	10	2	10.0	77
Tolueno	10	240	8.9	7
Trementina	10	45	8.1	33
Xileno	10	63	8.8	27

Disolvente	PD (poder disolvente) <sup>1</sup>	Rapidez de evaporación <sup>2</sup>	Parámetro de solubilidad	Punto de inflamación (°C)
Diisobutilcetona	9	18	7.8	49
Acetato de n- propilo	9	276	8.8	13
Ciclohexano	7	720	8.2	-18
Nitropropano	7	100	10.7	28
Metiletil-cetona	6-8	572	9.3	-1
Acetato de etilo	6-7	615	9.1	-3
Anilina	5-6	4	11.8	76
n-heptano	4	386	7.4	-4
n-pentano	2	2860	7.0	-46
Acetato	1-2	1160	10.0	-20
n-hexano	0	1000	7.3	-26
Alcohol isoamílico	0	9.1	10.0	43
Alcohol isopropílico	0	8.7	11.5	13

<sup>1</sup> Escala de clasificación. 10 = solución clara. 9 = solución semiopaca. 8 = líquido, pero en dos fases. 6-7= polímero viscoso.

<sup>2</sup> Relativa al acetato de n-butilo con clasificación de 100. Los números altos significan evaporación más rápida.

**Fuente:** FERRANDIZ GOMEZ Teresa. **Adición de resinas de hidrocarburos a adhesivos de policloropreno.** Tesis Doctoral. Alicante. Universidad de Alicante. 2005.

**TABLA 2.5**  
**MEZCLAS DE DISOLVENTES ADECUADAS PARA DISOLVER**  
**UN POLICLOROPRENO DE ALTA VELOCIDAD DE**  
**CRISTALIZACIÓN Y ALTA VISCOSIDAD.**

Mezcla de disolventes	Porcentaje de la mezcla (en peso)	Viscosidad de la disolución a 20°C (mPa s)	Tiempo de retención de la pegajosidad (min)
Tolueno	-	4460	35
Tolueno/n-hexano/MEK	35/5/15	3500	25
n-hexano/MEK	55/45	1520	15
Ciclohexano/acetona	80/20	3700	18
MEK/acetona	75/25	2100	15
Tolueno/n-hexano/acetato de etilo	34/33/33	3600	30
Tolueno/MEK/acetona	34/33/33	3400	22
n-hexano/acetona	50/50	1140	7
Diclorometano	-	4670	30
1,1,1-tricloro etano	-	4600	38

**Fuente:** FERRANDIZ GOMEZ Teresa. **Adición de resinas de hidrocarburos a adhesivos de policloropreno.** Tesis Doctoral. Alicante. Universidad de Alicante. 2005.

**b. Acción toxica de los adhesivos de policloropreno en base solvente en la salud humana**

En muchos casos la cantidad de disolvente o disolventes en un preparado adhesivo representa entre el 60 y el 80% de la composición del producto. La evaporación de esta fracción durante el proceso de utilización y de secado puede representar, por tanto, una serie de riesgos importantes, ya que la mayoría de disolventes son productos volátiles que penetran

fácilmente en el organismo por inhalación de sus vapores y que en general (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 1986):

- ✓ A elevadas concentraciones, deprimen el sistema nervioso central (acción anestésica).
- ✓ Algunos autores opinan que la exposición crónica a los vapores de ciertos disolventes puede generar un síndrome cerebral caracterizado por un déficit intelectual y problemas emocionales conducentes a una demencia presenil debido a un proceso progresivo de atrofia cerebral.

**TABLA 2.6**  
**ACCIÓN TÓXICA DE LOS DISOLVENTES**

<p><b>Hidrocarburos aromáticos:</b> <b>Benceno, tolueno y xilenos</b></p>	<p>Son narcóticos e irritantes cutáneos y respiratorios. Se acepta que son tóxicos, para el sistema nervioso periférico y que algunos homólogos superiores del benceno son moderadamente hepatotóxicos. El benceno tiene una acción tóxica sobre la médula ósea que puede manifestarse en forma de leucemia.</p>
<p><b>Hidrocarburos alifáticos:</b> (fracciones de petróleo) Petróleo, Benceno, Naftas.</p>	<p>Son narcóticos irritantes. El n-hexano puede provocar polineuritis sensitivo-motrices</p>
<p><b>Hidrocarburos clorados:</b> Diclorometano, dicloroetano, tetracloruro de carbono, Tricloroetileno, metilcloroformo, percloroetileno, tetracloroetano, clorobenceno</p>	<p>El más tóxico es el tetracloroetano que provoca necrosis hepática. El tetracloruro de carbono es un veneno hepático y renal. El resto, entre los que destacan el percloroetileno, el metilcloroformo y el diclorometano aunque algo menos tóxicos son esencialmente depresores del sistema nervioso central. El diclorometano metaboliza parcialmente a monóxido de carbono. Algunos hidrocarburos halogenados no saturados pueden dar lugar a la formación en el organismo de derivados tipo epoxi potencialmente mûgatenos y cancerígenos.</p>

<b>Alcoholes:</b> Metanol, etanol, isopropanol, butanol, diacetona alcohol	Tienen acción narcótica e irritante. El metanol además puede provocar ceguera y el butanol causar daños en la cornea
<b>Cetonas:</b> Acetona, metiletilcetona, diisopropilcetona, metilsobutilcetona	Ejercen un ligero efecto narcótico. En conjunto son poco tóxicas.
<b>Esteres:</b> Acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de ispropilo, acetato de butilo.	Son irritantes y tiene poca toxicidad.
<b>Eteres:</b> Dioxano	Es un tóxico renal y además cancerígeno.
<b>Derivados de Glicol:</b> Metilcellosolve, acetato de metilcellosolve	La inhalación de metilcellosolve puede causar una encefalopatía tóxica.
<b>Nitroalcanos:</b> Nitrometano, nitroetano, 1-nitropropano	Son irritantes de las mucosas.
<b>Amidas:</b> Dimetilformamida	Es principalmente hepatotóxica.
<b>Sulfuro de carbono</b>	Es un toxico del sistema nervioso central, responde de neuropatias periféricas.

**Fuente:** INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. NTP164: **Colas y Adhesivos. Tipos y riesgos higiénicos.** *Notas Técnicas de Prevención.* España. Editorial CTAIMA. Serie 5. 1986.

**c. Acción de los adhesivos de policloropreno en base solvente sobre el medio ambiente.**

La utilización de solventes en los adhesivos de policloropreno además de tener una acción dañina a la salud humana también perjudican al medio ambiente.

El uso de disolventes, tanto en el ámbito industrial como en el doméstico, es el responsable de la cuarta parte de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) liberados a la atmósfera, lo que ocasiona importantes problemas de contaminación ambiental. Entre ellos podemos hablar de:

- **Calentamiento global**

Como sabemos, la mayoría de los disolventes son COV, y el 90 por ciento de las emisiones de COV no metálicos (COV-NM) se generan por la utilización de disolventes.

Estas sustancias, junto a otras como el CO<sub>2</sub>, son las principales responsables del llamado efecto invernadero, por el que se favorece el ascenso de la temperatura global del planeta y se potencia el conocido cambio climático.

- **Contaminación fotoquímica**

Los COV de los disolventes contribuyen en gran medida a la formación del smog fotoquímico en las grandes ciudades con elevados índices de contaminación atmosférica.

La contaminación fotoquímica se produce como consecuencia de la aparición en la atmósfera de oxidantes, originados al reaccionar entre sí los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el oxígeno, en presencia de



la luz ultravioleta de los rayos del sol. El mecanismo de formación de los oxidantes fotoquímicos es complejo, realizándose por etapas a través de una serie de reacciones químicas (Innovación y cualificación S.L & Target Asesores S.L). Los COV reaccionan en presencia de la luz solar con otros contaminantes atmosféricos como los generados por el tráfico y las calefacciones principalmente originando una mezcla compleja de compuestos químicos irritantes y nocivos responsables de la tonalidad marrón amarillenta sobre el cielo de la mayoría de las ciudades (Unión Sindical de Madrid Región de CCOO, 2008)

El smog es especialmente peligroso para la salud cuando los contaminantes no pueden dispersarse por ausencia de vientos e inversión de la temperatura inversión térmica ya que se acumula en las capas bajas de la atmósfera, prolongándose el tiempo de exposición de las personas.

- **Formación de ozono troposférico**

Los disolventes orgánicos combinados con otros compuestos participan activamente en la formación de ozono a nivel del suelo, que ocasiona graves daños para la salud, principalmente de niños y ancianos, con lesiones en la piel, quemaduras solares o daños respiratorios, como bronquitis o asma. Además, daña seriamente los ecosistemas pues las especies vegetales y los cultivos son muy sensibles a este contaminante, ya que interfiere en su actividad fotosintética, en su crecimiento y en el

metabolismo general de las plantas, disminuyendo la tolerancia de los árboles a las heladas, al calor y a la sequía. El ozono ambiental es uno de los principales precursores del smog fotoquímico. El ozono troposferico contribuye de una manera significativa al calentamiento global se estima en un 8 % (Kramer, 2008).

- **Degradación de la capa de ozono**

Algunas sustancias, como los CFCs, HCFCs, el tetracloruro de carbono (CCl4) o el metilcloroformo (1,1,1-tricloroetano), se empleaban de forma común como disolventes. En la actualidad tienen su uso prohibido según el Protocolo de Montreal y el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo, por ser sustancias que agotan la capa de ozono.

**TABLA 2.7**  
**SUSTANCIAS DISOLVENTES Y SU EFECTO EN EL MEDIO**  
**AMBIENTE**

<b>Sustancias disolventes</b>	<b>Efectos medio ambiente</b>
Diclorometano (Cloruro de metileno)	Contaminante de aguas (3, 2 y 5) Contaminante de la atmosfera (5) Contaminante del suelo (8a)
Tetracloroetileno (Percloroetileno)	N: R50-53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático (1) Contaminante de la atmósfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo (8a y 8b)

<b>Sustancias disolventes</b>	<b>Efectos medio ambiente</b>
1,2 – Dicloroetano	Contaminante de aguas (3 y 5) Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmósfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante de suelo (8a y 8b)
Tetraclorometano (tetracloruro de carbono)	N: R59: Peligroso para la capa de ozono (1 y 2) R52-53: Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medioambiente acuático (1) Contaminante de la atmósfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo (8ª y 8b)
1,1,2-Tricloroetano (metilcloroformo)	NR59: Peligroso para la capa de ozono (1 y 2) Contaminante De la atmosfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo (8ª y 8b)
Hidrocarburos Aromáticos policíclicos	Contaminante de las aguas (3) (Hidrocarburos) Contaminante de la atmosfera (7)
Fenoles	(Nonil- y octal - fenoles) Contaminante de aguas (3 y 5)
COV no metálicos	Contaminantes de la atmósfera (5)
Tricloroetileno	R52-53: Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático (1) Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmosfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo ( 8a y 8b)

Sustancias disolventes	Efectos medio ambiente
1,1,2-Tricloroetano (metilcloroformo)	NR59: Peligroso para la capa de ozono (1 y 2) Contaminante De la atmosfera (5) Muy contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo (8ª y 8b)
Hidrocarburos Aromáticos policíclicos	Contaminante de las aguas (3) (Hidrocarburos) Contaminante de la atmosfera (7)
Benceno	Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmósfera (5) Contaminante de aguas (3 y 5) Contaminante del suelo (8a y 8b)
Xileno	Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmósfera (5) Contaminante del suelo (8a y 8b)
Tolueno	Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmosfera (5) Contaminante de las aguas (4) Contaminante del suelo (8a y 8b)
Etilbenceno	Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmósfera (5) Poco contaminante de aguas (4) Contaminante del suelo (8a y 8b)
Triclorometano (Cloroformo)	Compuesto orgánico volátil (6 y 7) Contaminante de la atmósfera (5) Contaminante de las aguas (4) Contaminante del suelo (8a y 8b)

(1) RD 363/1995.

(2) Sustancias dañinas para el ozono: Protocolo de Montreal

(3) Sustancia dañina para aguas: Directiva de Aguas 2000/60/CE. Lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.

(4) Sustancia dañina para aguas: Listado Ministerio de Medio Ambiente Alemania.

- (5) Sustancia dañina para la atmósfera: Listado PRTR-España/ LPCIC.
- (6) Sustancia dañina para la atmósfera: Listado de COV. RD 117/2003.
- (7) Sustancia dañina para la atmósfera: Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. BOE 275 del 16/11/2007. Anexo 1: Relación contaminantes atmosféricos.
- (8) Sustancia dañina para el suelo: Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. A) Anexos V: Listado de contaminantes y niveles genéricos de referencia para la protección de la salud en función del uso del suelo. B) Anexo VI: Listado de contaminantes y niveles genéricos de referencia para la protección de los ecosistemas.

**Fuente:** UNIÓN SINDICAL DE MADRID REGIÓN DE CCOO. **Exposición laboral a disolventes.** España. Editorial Ambarpack. Primera Edición. 2008.

## **2.9 Adhesivos en base acuosa**

Los adhesivos a base de agua constituyen el grupo más grande y más antiguo de las tecnologías libres de solventes. Los adhesivos a base de agua, junto con los adhesivos de fusión en caliente, se consideran las más modernas tecnologías sin disolventes convencionales adhesivas y las principales alternativas a los adhesivos en disolventes. Algunos de los primeros adhesivos utilizados en el mundo moderno se han basado en adhesivos

naturales (basados tales como almidón y dextrina) a base de agua (Rolando, 1998). En los últimos años, ha aumentado de manera considerable el interés por el conocimiento científico y técnico de los adhesivos en base acuosa, ya que las posibilidades de éxito de estos adhesivos radican en su inocuidad y en que requieren procesos muy similares para la formación de la unión adhesiva, a los de sus análogos en base disolvente.

Hay dos tipos generales de adhesivos base agua, estos son: las soluciones y el látex. Las soluciones están hechas de materiales solubles solo en agua o en agua alcalina. Algunos ejemplos de materiales que son solubles en agua incluyen: los adhesivos de origen animal, el almidón, la dextrina, la albumina de la sangre, la metil celulosa, y el alcohol de polivinilo.

Algunos ejemplos de materiales que son solubles en agua alcalina incluyen: la caseína, la colofonia, los copolímeros de acetato de vinilo o acrilatos que contienen grupos carboxilo, y la carboximetil celulosa (Ebnesajjad, 2008).

El látex es una dispersión estable de un material polimérico en un medio esencialmente acuoso. Por otra parte, una emulsión es una dispersión estable de dos o más líquidos inmiscibles mantenidos en suspensión, gracias a pequeños porcentajes de sustancias llamadas emulsificantes. En la industria de los adhesivos, los términos látex y emulsión a veces se utilizan

indistintamente; sin embargo, son diferentes. Hay tres tipos de látex: naturales, sintéticos y artificiales.

El látex natural se refiere al material obtenido principalmente del árbol del caucho. Los látex sintéticos son dispersiones acuosas de polímeros obtenidos por polimerización en emulsión; estos incluyen: polímeros de cloropreno, butadieno-estireno, butadieno-acrilonitrilo, acetato de vinilo, acrilato, metacrilato, cloruro de vinilo, estireno y cloruro de vinildieno.

Los látex artificiales son dispersiones fabricadas a partir de polímeros sólidos; estos incluyen: dispersiones de caucho regenerado y caucho de butilo, colofonia, derivados de colofonia, asfalto, brea, y un gran número de resina sintéticas derivadas de alquitrán de hulla y petróleo.

Además del polímero base, los adhesivos en base acuosa suelen incorporar en su formulación diversos aditivos, como por ejemplo antiespumantes, espesantes, cargas, etc., con el fin de mejorar sus propiedades reológicas y adhesivas y obtener propiedades específicas (Ebnesajjad, 2008).

#### **a. Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Se trata de dispersiones obtenidas a partir del proceso de polimerización en emulsión. Estos adhesivos se caracterizan por:

- Tiempo abierto (15 – 60 min). Tack elevado, lo que permite el pegado en frío sin necesidad de reactivación. Adhesivos monocomponentes / bicomponentes.
- Alto contenido en sólidos (40-60%). Se debe aplicar menor cantidad de adhesivos (alto rendimiento y secado más rápido).
- Velocidad de cristalización lenta. Baja fuerza inicial para la unión corte-piso.

Aplicaciones: Operaciones de preparación de cortes, colocación de plantillas, fabricación de plantas, forrado de tacones, montado, unión corte-piso, etc.

#### **b. Adhesivos de poliuretano en dispersión**

Se trata de dispersiones de poliuretano modificado con grupos hidrofílicos de diferente naturaleza química: catiónica, aniónica o no iónica. Estos adhesivos se caracterizan por:

- Reactivación por calor (60-80°C). Versatilidad.
- Alto contenido en sólidos (40-60%). La cantidad de adhesivo aplicada determina el rendimiento y el tiempo de secado del adhesivo.
- Resultados satisfactorios para cualquier tipo de calzado (especificaciones).



Aplicaciones: Unión corte-piso, fundamentalmente.

### **c. Componentes de los adhesivos en base acuosa**

- **Combinaciones de polímeros**

Los diversos productos de las combinaciones de polímeros se pueden mezclar entre sí en cualquier proporción con el fin de obtener las propiedades más adecuadas para la aplicación correspondiente. En particular, es la velocidad de cristalización, el contenido de gel (estabilidad al calor), capacidad de contacto y la dureza de la película de adhesivo que son afectadas por la combinación particular.

- **Emulsiones**

Los emulsionantes se utilizan en la producción de adhesivos para lograr la estabilización adicional o para convertir líquidos, productos químicos insolubles en agua (tales como ciertos antioxidantes o plastificantes) en emulsiones (Packham, 2005) de modo que se pueden añadir en esta forma al látex. Se debe tener cuidado para asegurar que los emulsionantes no dañen la unión y propiedades de la película de adhesivo por la migración a la superficie.

Emulsionantes aniónicos son por ejemplo: álcali sales de ácidos grasos de cadena larga, alquilo y ácidos sulfónicos de alquilarilo.

Emulsionantes no iónicos son principalmente productos por condensación de alcoholes de cadena larga, fenoles o ácidos grasos con óxidos de alquileo, predominantemente óxido de etileno. Alquilarilo poliglicólico éteres son también emulsionantes altamente eficaces.

- **El Óxido de Zinc**

Durante largos periodos de tiempo de almacenamiento, el policloropreno puede sufrir una degradación oxidativa, lo que resulta en la liberación del ácido clorhídrico. Aunque el polímero contiene alguna alcalinidad, eventualmente esta se va neutralizando y la línea de adhesivo se vuelve acida. Esto acelera aún más la descomposición, dando lugar a un ablandamiento de la película adhesiva. Igualmente, por la presencia de este ácido, el sustrato tiende a debilitarse (Lyons & Christell, 1995). Por lo que es esencial incorporar antioxidantes y aceptores de ácido en cualquier formulación de adhesivo de policloropreno, y debe ser añadido como una dispersión en una cantidad de 4-6 partes en peso (calculado sobre el polímero).

- **Resinas**

Después del propio polímero, el componente más importante en una formulación de adhesivo es la resina tackificante. Las resinas tackificantes se utilizan normalmente en cantidades de 20 a 60 partes por cien de polímero. Con el fin de dar a los adhesivos de las necesarias propiedades

para las diferentes aplicaciones, es habitual incorporar resinas terpeno, terpeno fenol o resinas de cumarona-indeno, así como la colofonia éster o éster de pentaeritritol.

Las resinas influyen sobre todo la adhesión, tiempo abierto, tack y resistencia al calor de la final formulaciones. Como regla, 30-60 partes de resina se añaden por 100 partes de polímero.

- **Agentes de curado**

Los poliisocianatos aromáticos y el diisocianato hexametileno (HDI) no son adecuados para la reticulación de látex alcalino, debido a que causan coagulación del látex. Con las dispersiones disponibles de diisocianato isofoforona (IPDI), el diisocianato cicloalifático monomérico ha mostrado en los sistemas acuosos, una vida útil bastante larga sin coagulación. El uso de tales isocianatos permite una reacción de reticulación a temperatura ambiente en un tiempo relativamente corto. Con estos agentes de reticulado, se pueden lograr fuerzas de adherencia y propiedades de resistencia al calor comparables a las de los adhesivos base disolvente orgánico reticulado con isocianato.

## **2.10 Definiciones de términos básicos.**

- **Adhesivo:** Un adhesivo es cualquier sustancia aplicada a las superficies de los materiales que los une y resistir la separación. Un adhesivo debe

mojar, adherirse, desarrollar su fuerza en las superficies aplicadas, y permanecer estable a lo largo del tiempo (Kinloch, 1987).

- **COV's:** Los compuestos orgánicos volátiles (COV's), a veces llamados VOC (por sus siglas en inglés), son compuestos orgánicos constituidos fundamentalmente por carbono, que se convierten fácilmente en vapor o gas.
- **Dispersión:** Fluido en cuya masa está contenido de manera uniforme un cuerpo en suspensión o en estado coloidal. Este, denominado también coloide, suspensión coloidal, entre otras, es un sistema que está formado por dos o más fases, una que es mayormente fluida dentro de la cual existen dispersas, partículas sólidas.
- **Homólogo:** Se dice de los cuerpos que tienen funciones iguales y estructura semejante.
- **Medioambiente:** Es todo el espacio físico que nos rodea y con el cual el hombre puede interaccionar en sus actividades. Ese espacio físico está constituido por las personas que nos rodean, la casa en que vivimos, las calles que transitamos, el aire que respiramos, la naturaleza que nos circunda y todos estos elementos considerados de una forma amplia y sin ninguna excepción (Montes, 2001) . El resultado de la interacción se denomina impacto medioambiental.

- **Policloropreno:** Es un caucho sintético hecho por polimerización del compuesto 2-cloro-1,3-butadieno. Se utiliza a menudo en lugar de caucho natural en aplicaciones que requieren resistencia a los ataques químicos.
- **Polímero:** Se define toda sustancia constituida por moléculas que se caracterizan por la repetición (despreciando extremos finales, ramificaciones y otras irregularidades de relativamente menor importancia) de uno o más tipos de unidades monoméricas, los polímeros son cadenas muy largas (o también redes) en las que muchos átomos están alineados uno junto a otro (Vicent y Colab., 2006).
- **Propiedades:** Características que describen a un objeto.
- **Solvente:** Es el medio disolvente de una solución. Los solventes industrialmente empleados en la fabricación de los adhesivos de policloropreno son el Tolueno, Hexano, Acetona, Solvente 1, Acetato de Etilo, Metiletilcetona, Tricloroetileno.

## CAPÍTULO III

### VARIABLES E HIPÓTESIS

#### 3.1 Variables de investigación

##### **Variables independientes**

- Propiedades fisico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.

##### **Indicadores**

- Contenido de sólidos
- Viscosidad
- Color
- Pegajosidad
- Envejecimiento
- Resistencia a la cizalla por tracción
- Resistencia al pelado

- Propiedades fisico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente.

##### **Indicadores**

- Contenido de sólidos
- Viscosidad
- Color
- Pegajosidad

- Envejecimiento
- Resistencia a la cizalla por tracción
- Resistencia al pelado

- Efectos de la emisión de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.

#### **Indicadores**

- Contenido de Tolueno
- Contenido de Xilenos
- Contenido de Hexanos
- Contenido de Acetato de Etilo
- Contenido de Tricloroetileno

#### **Variable dependiente**

- Ventajas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente.

#### **Indicadores**

- Diferencia en los parámetros medidos en los adhesivos de policloropreno.

### 3.2 Operacionalización de las variables

#### 3.2.1 Variables independientes

**TABLA 3.1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES – V.**  
**INDEPENDIENTES**

VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa	Propiedades físicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contenido de sólidos</li> <li>✓ Viscosidad</li> <li>✓ Color</li> <li>✓ Pegajosidad</li> <li>✓ Envejecimiento</li> </ul>	0 - 100 Por ciento Expresado en Centipoise. Escala de Colores. Excelente, Buena, Regular, Mala. 0 - 24 meses.
	Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la cizalla por tracción</li> <li>✓ Resistencia al pelado</li> </ul>	Expresado en Newton por milímetro cuadrado. Expresado en Newton por milímetro.
Propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente.	Propiedades físicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contenido de sólidos</li> <li>✓ Viscosidad</li> <li>✓ Color</li> <li>✓ Pegajosidad</li> <li>✓ Envejecimiento</li> </ul>	0-100 Por ciento Expresado en Centipoise. Escala de Colores. Excelente, Buena, Regular, Mala. 0 - 24 meses
	Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la cizalla por tracción</li> <li>✓ Resistencia al pelado</li> </ul>	Expresado en Newton por milímetro cuadrado. Expresado en Newton por milímetro.



VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Efectos de la emisión de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente	Emisión de COV's	✓ Contenido de Tolueno	Numero de partes por millón o mg/m <sup>3</sup>
		✓ Contenido de Xilenos	Numero de partes millón o mg/m <sup>3</sup>
		✓ Contenido de Hexanos	Numero de partes millón o mg/m <sup>3</sup>
		✓ Contenido de Acetato de Etilo	Numero de partes por millón o mg/m <sup>3</sup>
		✓ Contenido de Tricloroetileno	Numero de partes por millón o mg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 Variable dependiente

TABLA 3.2

#### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES – V. DEPENDIENTE

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA
Ventajas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente	Comparación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente	Diferencia en los parámetros medidos en los adhesivos de policloropreno.	Mayor
			Igual
			Menor

Fuente: Elaboración propia

### **3.3 Hipótesis general y específicas**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

Las propiedades fisico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa poseen mayores ventajas comparadas con los adhesivos de policloropreno en base solvente, además de presentar menores perjuicios al medio ambiente.

#### **3.3.2 Hipótesis específicas**

- Las propiedades fisico-químicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa permiten comparar las ventajas que poseen este tipo de adhesivos con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente.
  
- Las propiedades fisico-químicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en base solvente son significativas para mostrar las desventajas y su posterior sustitución de estos pegamentos en comparación con los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.
  
- La emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa son despreciables en comparación con los adhesivos de policloropreno en base solvente.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Según la clase de medios utilizados para obtener los datos, los tipos de investigación se pueden clasificar en documental, de campo o experimental.

El presente trabajo de investigación se clasifica de tipo experimental, en razón que para obtener los datos, se sometieron a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa como también a los adhesivos de policloropreno en base solvente a diversas pruebas de laboratorio.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El estudio de investigación está diseñado para demostrar la hipótesis e hipótesis específicas planteadas, además de cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos.

Los pasos para fundamentar, explicar y realizar el trabajo de investigación son los siguientes:

1. Recolección de información sobre las características de los adhesivos en general, adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.

2. Preparación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.
3. Ensayos de laboratorio a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente, realizados para la determinación de sus propiedades fisico-químicas (contenido de sólidos, viscosidad, color, pegajosidad, envejecimiento), propiedades mecánicas (resistencia a la cizalla por tracción, resistencia al pelado), contenido de COV's (contenido de tolueno, contenido de xilenos, contenido de hexano, contenido de acetato de etilo, contenido de Tricloroetileno).
4. Comparación de las propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa con respecto a los pegamentos de policloropreno en base solvente.

#### **4.3 Población y muestra**

La población o universo del presente trabajo de tesis, son 4 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y 2 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en base solvente preparados para la determinación de sus propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas y contenido de compuestos orgánicos volátiles.

Las muestras de estudio, son 4 tipos de formulaciones (A, B, C y D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y 2 tipos de formulaciones

de adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado).

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **4.4.1 Técnicas de recolección de datos**

###### **a. Determinación de las propiedades fisico-químicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente**

- Determinación del contenido de sólidos:
  - ✓ Medición de sólidos no volátiles en base acuosa (siguiendo determinados criterios de norma ASTM D 4758-92)
  - ✓ Medición de sólidos no volátiles en base solvente (siguiendo determinados criterios de normas ASTM D 4758-92, ASTM 1489-97).
- Determinación de la viscosidad
  - ✓ Medición de la viscosidad (siguiendo determinados criterios de normas ASTM D 1084-97, ASTM-ISO 2555)
- Determinación del color
  - ✓ Observación
- Determinación de la pegajosidad
  - ✓ Observación
- Determinación del envejecimiento:
  - ✓ Cambio progresivo de las condiciones iniciales del adhesivo a lo largo del tiempo.

**b. Determinación de las propiedades mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente**

- Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción
  - ✓ Siguiendo determinados criterios de norma UNE-EN 1465:2009: Adhesivos. Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción de montajes pegados solapados.
- Determinación de la resistencia al pelado
  - ✓ Siguiendo determinados criterios de norma UNE-EN 1392:2007: Adhesivos para piel y materiales para calzado. Adhesivos en base disolvente y en dispersión. Métodos de ensayo para medir la resistencia de la unión en condiciones específicas.

**c. Determinación del contenido COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente**

- ✓ Determinación del contenido de COV's mediante cromatografía de gases para los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.
- ✓ Determinación del contenido de COV's con respecto a su formulación para los adhesivos de policloropreno en base solvente.

**4.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

- ✓ Registros de observación, resultados de los análisis y comparación de los resultados.

#### **4.5 Plan de análisis estadísticos de datos**

Se utilizara el programa Microsoft Excel 2010 para el procesamiento de la información, gráficos, análisis estadístico de los resultados; posteriormente exportados al programa Microsoft Word 2010 para su presentación.

#### **4.6 Procedimiento de recolección de datos**

En esta etapa se procedió a desarrollar la preparación de los adhesivos de policloropreno, posteriormente se realizó la determinación de sus propiedades físico-químicas, propiedades mecánicas y contenido de COV's; con el propósito de cumplir con los objetivos y las hipótesis de la presente tesis.

##### **4.6.1 Preparación de los adhesivos de policloropreno**

###### **a. Preparación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

- **Materiales, equipos e insumos utilizados para la preparación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulaciones "A", "B", "C", "D")**

###### **✓ Materiales**

- ❖ Pera de decantación de 250 ml.
- ❖ Probeta de 250 ml, marca PYREX.
- ❖ Pipeta de 10 ml, marca FORTUNA, precisión  $\pm 0.10$  ml.
- ❖ Aro metálico.
- ❖ Doble nuez.
- ❖ Soporte universal.

❖ Baldes de plástico de 20 litros.

✓ **Equipos**

❖ Equipo completo de agitación, marca MANHATTAN  
CHEMICAL

→ Tanque de mezclado de acero inoxidable, capacidad: 1 Galón.

→ Columnas de soporte.

→ Soporte de motor de agitación.

→ Condensador en serpentín.

→ Eje y paleta de agitación.

→ Tablero de control de velocidad.

❖ Equipo desionizador de agua, marca MANHATTAN  
CHEMICAL.

✓ **Insumos**

❖ Dispercoll C84 (caucho de policloropreno en dispersión acuosa).

❖ Dispercoll C2325 (caucho de policloropreno en dispersión  
acuosa).

❖ Renofit DDA-50EM (antioxidante acuoso).

❖ Dispersión ZnO (aditivo en dispersión acuosa).

❖ Dispercoll S3030 (solución anionica coloidal).

❖ Lurester 950H (ester de colofonia en dispersión acuosa).



- **Preparación del primer tipo de formulación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener un volumen de 7200 ml de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

- ✓ **Formulación A:**

**TABLA 4.1**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACION "A"**

**Base de mezcla: 3600 ml**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Dispercoll C84</b>	3072.4 ml
<b>Dispercoll S 3030</b>	430.1 ml
<b>Rhenofit DDA-50EM</b>	68.8 ml
<b>Dispersión ZnO</b>	28.7 ml

**Fuente:** Elaboración propia.

- ✓ **Procedimiento para la preparación del primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno (Formulación A) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua desionizada el tanque de mezclado, la pera de decantación, el matraz de vidrio, el eje junto con la paleta de agitación, la probeta y la pipeta.

- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.
- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se cerró y se ajustó la tapa, ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se dio comienzo a la prueba con el encendido del tablero de control de velocidad y el posterior funcionamiento del motor de agitación, el cual da el movimiento al eje junto con la paleta en el tanque de mezclado.
- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm.
- Se comenzó a agregar al tanque de mezclado los componentes a necesitar (Formulación A):
  - ◆ Dispercoll C84 - Cantidad: 3072.4 ml. (con la ayuda de una probeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

- ◆ Rhenofit DDA-50EM – Cantidad: 68.8 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- ◆ Dispersión ZnO – Cantidad: 28.7 ml (se adicionó lentamente con una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 5 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado)
- ◆ Dispercoll S3030 – Cantidad: 430.1 ml (se adicionó lentamente con la ayuda de una probeta esta cantidad, en un intervalo de 10 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- La velocidad de agitación luego del agregado de todos los componentes fue de 500 rpm y esta se mantuvo constante hasta el final de la agitación.
- Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 2 horas.
- Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada media hora en el transcurso de las 2 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se

- procedió al apagado del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad.
- Se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se descargó el producto elaborado en un balde de plástico y se lo tapó.

**FIGURA 4.1**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**  
**(FORMULACIÓN A)**



**Fuente:** Elaboración propia

- **Preparación del segundo tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener un volumen de 7200 ml de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

✓ **Formulación B:**

**TABLA 4.2**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACION “B”**

**Base de mezcla: 3600 ml**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Dispercoll C84</b>	2398.2 ml
<b>Dispercoll S3030</b>	335.7 ml
<b>Rhenofit DDA-50EM</b>	53.7 ml
<b>Dispersión ZnO</b>	22.4 ml
<b>Lurester 950H</b>	790 ml

**Fuente:** Elaboración propia

✓ **Procedimiento para la preparación del segundo tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno (Formulación B) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua desionizada el tanque de mezclado, la pera de decantación, el matraz de vidrio, el eje junto con la paleta de agitación, la probeta y la pipeta.
- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.

- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se cerró y se ajustó la tapa, ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se dio comienzo a la prueba con el encendido del tablero de control de velocidad y el posterior funcionamiento del motor de agitación, el cual da el movimiento al eje junto con la paleta en el tanque de mezclado.
- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm.
- Se comenzó a agregar al tanque de mezclado los componentes a necesitar (Formulación B):
  - ◆ Dispercoll C84 - Cantidad: 2398.2 ml. (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
  - ◆ Rhenofit DDA-50EM – Cantidad: 53.7 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de

decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

◆ Dispersión ZnO – Cantidad: 22.4 ml (se adicionó lentamente con una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 5 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

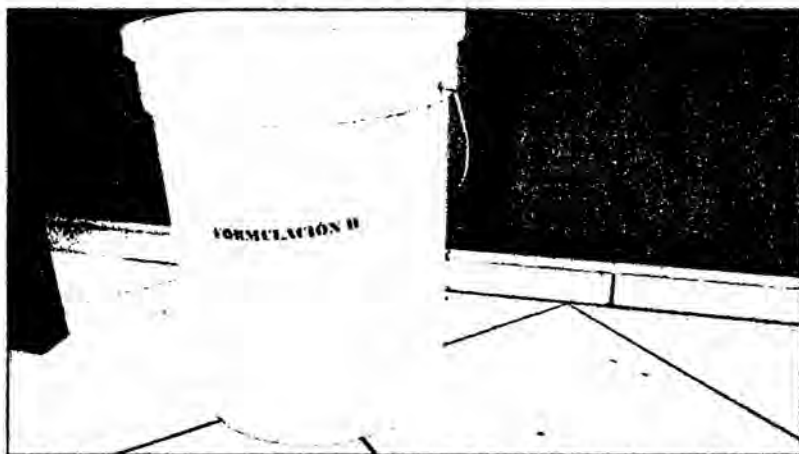
◆ Dispercoll S3030 – Cantidad: 335.7 ml (se adicionó lentamente con la ayuda de una probeta y una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 10 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

◆ Lurester 950H – Cantidad: 790 ml (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

- La velocidad de agitación luego del agregado de todos los componentes fue de 500 rpm y esta se mantuvo constante hasta el final de la agitación.
- Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 2 horas.
- Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada media hora en el transcurso de las 2 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se

- incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se procedió al apagado del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad.
- Se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se descargó el producto elaborado en un balde de plástico y se lo tapó.

**FIGURA 4.2**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**  
**(FORMULACIÓN B)**



**Fuente:** Elaboración propia

- **Preparación del tercer tipo de formulación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener



un volumen de 7200 ml de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

✓ **Formulación C:**

**TABLA 4.3**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACION “C”**

**Base de mezcla: 3600 ml**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Dispercoll C2325</b>	3072.4 ml
<b>Dispercoll S3030</b>	430.1 ml
<b>Rhenofit DDA-50EM</b>	68.8 ml
<b>Dispersión ZnO</b>	28.7 ml

**Fuente:** Elaboración propia.

✓ **Procedimiento para la preparación del tercer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación C)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno (Formulación C) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua desionizada el tanque de mezclado, la pera de decantación, el matraz de vidrio, el eje junto con la paleta de agitación, la probeta y la pipeta.
- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.

- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se cerró y se ajustó la tapa, ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se dio comienzo a la prueba con el encendido del tablero de control de velocidad y el posterior funcionamiento del motor de agitación, el cual da el movimiento al eje junto con la paleta en el tanque de mezclado.
- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm.
- Se comenzó a agregar al tanque de mezclado los componentes a necesitar (Formulación C):
  - ◆ Dispercoll C2325 - Cantidad: 3072.4 ml. (con la ayuda de una probeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
  - ◆ Rhenofit DDA-50EM – Cantidad: 68.8 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de

decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

◆ Dispersión ZnO – Cantidad: 28.7 ml (se adicionó lentamente con una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 5 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

◆ Dispercoll S3030 – Cantidad: 430.1 ml (se adicionó lentamente con la ayuda de una probeta esta cantidad, en un intervalo de 10 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

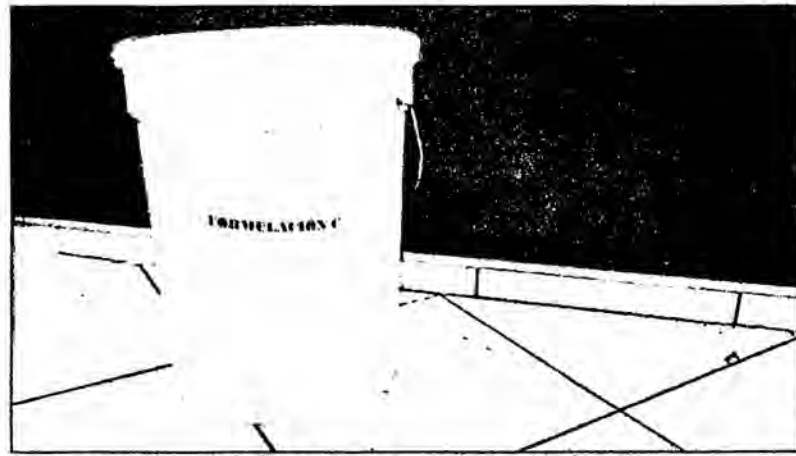
○ La velocidad de agitación luego de agregado de todos los componentes fue de 500 rpm y esta se mantuvo constante hasta el final de la agitación.

○ Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 2 horas.

○ Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada media hora en el transcurso de las 2 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se procedió al apagado del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad.

- Se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se descargó el producto elaborado en un balde de plástico y se lo tapó.

**FIGURA 4.3**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**  
**(FORMULACIÓN C)**



Fuente: Elaboración propia

- **Preparación del cuarto tipo de formulación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener un volumen de 7200 ml de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

✓ **Formulación D:**

**TABLA 4.4:**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACION “D”**

**Base de mezcla: 3600 ml**

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Dispercoll C2325</b>	2398.2 ml
<b>Dispercoll S3030</b>	335.7 ml
<b>Rhenofit DDA-50EM</b>	53.7 ml
<b>Dispersión ZnO</b>	22.4 ml
<b>Lurester 950H</b>	790 ml

**Fuente:** Elaboración propia

✓ **Procedimiento para la preparación del cuarto tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación D)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno (Formulación D) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua desionizada el tanque de mezclado, la pera de decantación, el matraz de vidrio, el eje junto con la paleta de agitación, la probeta y la pipeta.
- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.
- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.

- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se cerró y se ajustó la tapa, ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se dio comienzo a la prueba con el encendido del tablero de control de velocidad y el posterior funcionamiento del motor de agitación, el cual da el movimiento al eje junto con las paletas en el tanque de mezclado.
- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm.
- Se comenzó a agregar al tanque de mezclado los componentes a necesitar (Formulación D):
  - ◆ Dispercoll C2325 - Cantidad: 2398.2 ml. (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
  - ◆ Rhenofit DDA-50EM – Cantidad: 53.7 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
  - ◆ Dispersión ZnO – Cantidad: 22.4 ml (se adicionó lentamente con una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 5 minutos, a

través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

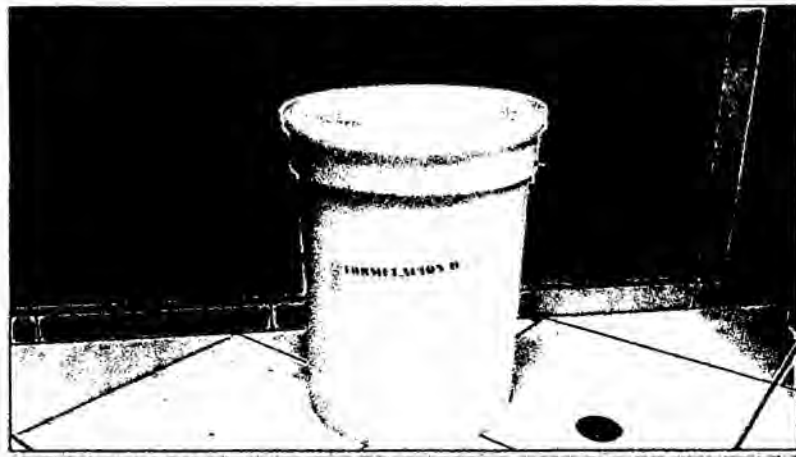
◆ Dispercoll S3030 – Cantidad: 335.7 ml (se adicionó lentamente con la ayuda de una probeta y una pipeta esta cantidad, en un intervalo de 10 minutos, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

◆ Lurester 950H – Cantidad: 790 ml (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado)

- La velocidad de agitación luego de agregado de todos los componentes fue de 500 rpm y esta se mantuvo constante hasta el final de la agitación.
- Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 2 horas.
- Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada media hora en el transcurso de las 2 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se procedió al apagado del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad.

- Se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se descargó el producto elaborado en un balde de plástico y se lo tapó.

**FIGURA 4.4**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**  
**(FORMULACIÓN D)**



Fuente: Elaboración propia

**b. Preparación de los adhesivos de policloropreno en base solvente**

- **Materiales, equipos e insumos utilizados para la preparación de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado)**

✓ **Materiales**

- Pera de decantación.
- Probeta de 250 ml, marca PYREX.
- Pipeta de 10 ml, marca FORTUNA, precisión  $\pm 0.10$  ml.



- Vidrio de reloj, marca PYREX.
- Vaso de precipitado de plástico de 250 ml, marca VITLAB.
- Doble nuez.
- Balde de plástico de 20 litros.

✓ **Equipos**

❖ Equipo completo de agitación, marca MANHATTAN CHEMICAL

→ Tanque de mezclado de acero inoxidable, capacidad: 1 galón.

→ Columnas de soporte de condensador.

→ Soporte de motor de agitación.

→ Condensador en serpentín.

→ Eje y paleta de agitación.

→ Tablero de control de velocidad

❖ Balanza analítica, marca EXACT SCALE, modelo ESP-600, capacidad 600g, aproximación 0.01g.

❖ Estufa de secado, marca BINDER, rango de temperatura de 0 a 250°C.

✓ **Insumos**

- Tolueno.
- Acetato de etilo.
- Hexano.
- Tricloroetileno.
- Óxido de Magnesio.

- Óxido de Zinc.
  - FRJ – 551 (resina fenol-formaldehido).
  - HRJ – 1367 (resina alquil-fenolica).
  - Resina de petróleo.
  - Caucho de policloropreno.
- **Preparación del primer tipo de formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener una cantidad adecuada para determinar posteriormente las características de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

- ✓ **Formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso)**

**TABLA 4.5**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACIÓN (COMPONENTES SÓLIDOS)**

Total de componentes sólidos: 571.52 g

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Óxido de Zinc	2.47 g
Óxido de Magnesio	7.20 g
Resina de petróleo	37.05 g
FRJ-551	41.16 g
HRJ-1367	47.34 g
Caucho de policloropreno	436.30 g

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 4.6**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACIÓN (COMPONENTES LÍQUIDOS)**

Total de componentes líquidos 2931.9 ml

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Tolueno</b>	1610.1 ml
<b>Hexano</b>	1242.3 ml
<b>Acetato de etilo</b>	29.8 ml
<b>Tricloroetileno</b>	49.7 ml

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 4.5**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO)**



Fuente: Elaboración propia

✓ **Procedimiento para la preparación del primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua el tanque de mezclado, el eje junto con la paleta de agitación, la pera de decantación, el vidrio de reloj, el vaso de precipitado de plástico, la probeta y la pipeta.
- Se procedió al secado de la pipeta, la probeta y el vidrio de reloj a través de la estufa a una temperatura de 60° C.
- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.
- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se limpió con una franela el vaso de plástico que fue lavado antes del pesado de los componentes sólidos.
- Se pesaron los componentes sólidos en la balanza analítica, estos componentes fueron:
  - ◆ Óxido de Zinc – 2.47 g (a través del vidrio de reloj se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).

- ◆ Oxido de Magnesio – 7.20 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
- ◆ Resina de petróleo – 37.05 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
- ◆ FRJ-551 – 41.16 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado en la balanza analítica, se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
- ◆ HRJ-1367 – 47.34 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
- ◆ Caucho de policloropreno – 436.30 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).

La tapa ubicada en la parte superior del tanque de mezclado se abrió en los momentos del agregado de cada uno de los componentes sólidos.

- Concluido el agregado de componentes sólidos, se procedió a cerrar y ajustar la tapa ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se agregaron los siguientes componentes líquidos al tanque de mezclado:
  - ◆ Tolueno - Cantidad: 1610.1 ml. (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
  - ◆ Hexano – Cantidad: 1242.3 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

- ◆ Acetato de etilo – Cantidad: 29.8 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- ◆ Tricloroetileno – Cantidad: 49.7 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

Conforme se iban agregando los componentes líquidos al tanque de mezclado, se encendió el tablero de control de velocidad el cual hizo posible el funcionamiento del motor de agitación y dándole así el movimiento al eje junto con las paletas en el tanque de mezclado.

- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm y se incrementó conforme se iban agregando los componentes líquidos. La velocidad luego de agregar todo los componentes llegó a 500 rpm y se mantuvo constante hasta el final de la agitación.
- Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 8 horas.
- Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada hora en el transcurso de las 8 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se procedió al apagado

del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad y se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se vertió en un balde de plástico el producto elaborado y se lo tapó.

- **Preparación del segundo tipo de formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado)**

La preparación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado) se realizó por duplicado, con el objetivo de obtener una cantidad adecuada para determinar posteriormente las características de este adhesivo. A continuación se detalla la formulación y el procedimiento que se siguió:

- ✓ **Formulación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado)**

**TABLA 4.7**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACIÓN (COMPONENTES SÓLIDOS)**

Total de componentes sólidos: 606.25 g

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Óxido de Zinc</b>	5.42 g
<b>Óxido de Magnesio</b>	13.33 g
<b>Resina de petróleo</b>	41.67 g
<b>FRJ-551</b>	45.83 g
<b>HRJ-1367</b>	45.83 g
<b>Caucho de policloropreno</b>	454.17 g

**Fuente:** Elaboración propia



**TABLA 4.8**  
**CANTIDADES Y PRODUCTOS A UTILIZAR EN LA**  
**FORMULACIÓN (COMPONENTES LÍQUIDOS)**

Total de componentes líquidos 2829.2 ml

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Tolueno</b>	1538.9 ml
<b>Hexano</b>	1181.9 ml
<b>Acetato de etilo</b>	54.2 ml
<b>Tricloroetileno</b>	54.2 ml

**Fuente:** Elaboración propia

✓ **Procedimiento para la preparación del segundo tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado)**

Para la preparación del adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado) se realizaron los siguientes pasos:

- Se lavó con agua el tanque de mezclado, el eje junto con la paleta de agitación, la pera de decantación, el vidrio de reloj, el vaso de precipitado de plástico, la probeta y la pipeta.
- Se procedió al secado de la pipeta, la probeta y el vidrio de reloj a través de la estufa a una temperatura de 60° C.
- Se colocó las partes del equipo completo de agitación en posiciones adecuadas para el desarrollo de la prueba experimental.

- Se verificó que la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado estuviera cerrada.
- Se limpió con una franela el vaso de plástico que fue lavado antes del pesado de los componentes sólidos.
- Se pesaron los componentes sólidos en la balanza analítica, estos componentes fueron:
  - ◆ Óxido de Zinc – 5.42 g (a través del vidrio de reloj se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
  - ◆ Óxido de Magnesio – 13.33 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
  - ◆ Resina de petróleo – 41.67 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).
  - ◆ FRJ-551 – 45.83 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado en la balanza analítica, se procedió al pesado de este componente sólido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).

◆ HRJ-1367 – 45.83 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).

◆ Caucho de policloropreno – 454.17 g (a través del vaso de precipitado de plástico se procedió al pesado de este componente solido en la balanza analítica, se depositó la cantidad pesada en el tanque de mezclado).

La tapa ubicada en la parte superior del tanque de mezclado se abrió en los momentos del agregado de cada uno de los componentes sólidos.

- Concluido el agregado de componentes sólidos, se procedió a cerrar y ajustar la tapa ubicada en la parte superior del tanque de mezclado.
- Se ajustó con la doble nuez el aro metálico en la columna de soporte izquierda con la finalidad de sostener a la pera de decantación.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se ubicó a la pera de decantación sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado.
- Se agregaron los siguientes componentes líquidos al tanque de mezclado:

- ◆ Tolueno - Cantidad: 1538.9 ml. (con la ayuda de una probeta y una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- ◆ Hexano – Cantidad: 1181.9 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- ◆ Acetato de etilo – Cantidad: 54.2 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).
- ◆ Tricloroetileno – Cantidad: 54.2 ml (con la ayuda de una pipeta, se adicionó esta cantidad, a través de la pera de decantación puesta sobre el orificio izquierdo de la tapa del tanque de mezclado).

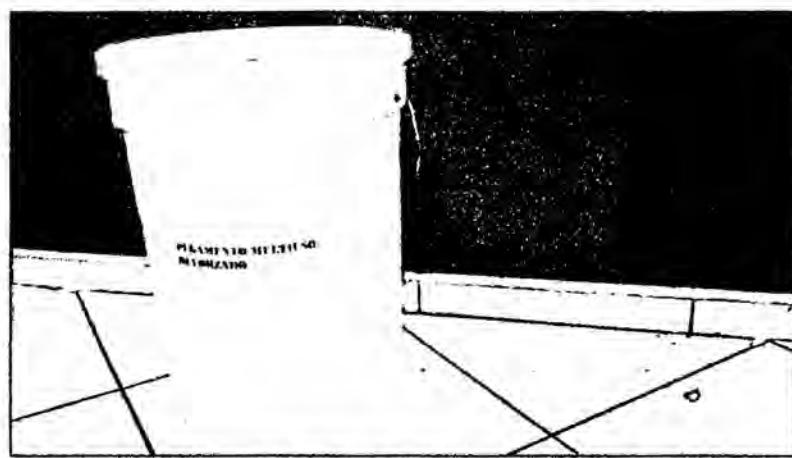
Conforme se iban agregando los componentes líquidos al tanque de mezclado, se encendió el tablero de control de velocidad el cual hizo posible el funcionamiento del motor de agitación y dándole así el movimiento al eje junto con las paletas en el tanque de mezclado.

- La velocidad inicial de agitación fue de 200 rpm y se incrementó conforme se iban agregando los componentes líquidos. La

velocidad luego de agregar todo los componentes llevo a 500 rpm y se mantuvo constante hasta el final de la agitación.

- Se mantuvo agitando las cantidades agregadas en el tanque de mezclado, por un promedio de 8 horas.
- Se observó por el visor ubicado en la parte derecha de la tapa del tanque de mezclado cada hora en el transcurso de las 8 horas de agitación que el volumen de la mezcla no se incrementó. Una vez terminado el proceso de agitación, se procedió al apagado del motor de agitación a través del tablero de control de velocidad y se abrió la llave de salida de la parte inferior del tanque de mezclado, se vertió en un balde de plástico el producto elaborado y se lo tapó.

**FIGURA 4.6**  
**BALDE DE PLÁSTICO DE 20 LITROS UTILIZADO PARA**  
**EL ALMACENAMIENTO DEL ADHESIVO DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO**  
**MULTIUSO REFORZADO)**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.6.2 Determinación de las propiedades fisicoquímicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno**

##### **a. Determinación de las propiedades fisico-químicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente**

###### **➤ Determinación del contenido de sólidos**

###### **➤ Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Siguiendo determinados criterios de norma ASTM D 4758-92.

###### **❖ Materiales y equipos a utilizar**

- Estufa de secado, marca BINDER, temperatura de 0°C a 250°C.
- Balanza analítica, marca GREET MED, aproximación 0.0001g.
- Desecador de vidrio, marca BRAND.
- Vidrios de reloj, marca PYREX.
- Cuchara de madera.

###### **❖ Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del contenido de sólidos realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se determinó la tara del vidrio de reloj en gramos ( $W_1$ )
- Se sacó con una cuchara (madera) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 2 gramos aproximadamente de

muestra y luego se descargó esta cantidad en el vidrio de reloj. Se pesó en la balanza analítica ( $W_2$ ).

- Se transfirió el vidrio de reloj a una estufa operando a  $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se calentó por 30 minutos, luego de ello se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se pesó ( $W_3$ ).
- Se repitió el procedimiento por triplicado para este primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación del contenido de sólidos de la Formulación A.

#### ❖ Cálculos

- Se calculó el porcentaje de sólidos no volátiles del material (% SNV) para cada determinación.

$$\text{▪ } \% \text{ SNV} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

#### ➤ Adhesivos de policloropreno en base solvente

Siguiendo determinados criterios de normas ASTM D 4758-92 y ASTM 1489-97.

#### ❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Estufa de secado, marca BINDER, temperatura de 0°C a 250°C.
- Balanza analítica, marca GREET MED, aproximación 0.0001g.
- Desecador de vidrio, marca BRAND.
- Vidrios de reloj, marca PYREX.
- Cuchara de metal.

#### ❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del contenido de sólidos realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se determinó la tara del vidrio de reloj en gramos ( $W_1$ )
- Se sacó con una cuchara (metal) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 2 gramos aproximadamente de muestra y luego se descargó esta cantidad en el vidrio de reloj. Se pesó en la balanza analítica ( $W_2$ ).
- Se transfirió el vidrio de reloj a una estufa operando a  $150 \pm 2^\circ\text{C}$  y se calentó por 30 minutos, luego de ello se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se pesó ( $W_3$ ).
- Se repitió el procedimiento por triplicado.



Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación del contenido de sólidos del Pegamento Multiuso.

#### ❖ Cálculos

- Se calculó el porcentaje de sólidos no volátiles del material (% SNV) para cada determinación.

- $$\% \text{ SNV} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

#### ➤ Determinación de la viscosidad

Siguiendo determinados criterios de normas ASTM D 1084-97 y ASTM-ISO 2555

#### ➤ Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa

##### ❖ Materiales y equipos a utilizar

- Vasos de precipitado de 250 ml, marca PYREX
- Viscosímetro rotacional digital, rango bajo-medio-alto, marca BROOKFIELD, modelo DV-E
- Juego de husillos 1-7, marca BROOKFIELD.
- Termómetro en divisiones de 0.1°C, precisión de 0.2°C.

### ❖ Procedimiento

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la viscosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se seleccionó un huso (huso número 5) adecuado para realizar el análisis del adhesivo seleccionado.
- Se introdujo el huso en el anillo del viscosímetro.
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 250 ml de muestra en un vaso de precipitado. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.
- Se introdujo de forma inclinada el vaso de precipitado en el huso puesto en el viscosímetro, de modo que no se produjeran burbujas que impidieran una correcta lectura del equipo. La posición final del huso fue en el centro del vaso de precipitado de manera que el oleaje producido por el posterior funcionamiento del viscosímetro fuera el mismo en todos los puntos.
- Se encendió el motor del viscosímetro, seguidamente se ajustó la velocidad de agitación a 60 rpm y se dejó funcionar libremente entre un tiempo mínimo de 30 segundos a un máximo de 1 minuto.
- Se apagó el motor del viscosímetro.
- Se anotó el valor mostrado por el viscosímetro en centipoise.

- Se extrajo el huso utilizado del anillo del viscosímetro y se lo lavo con agua desionizada.
- Se repitió el procedimiento por triplicado para este primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A).

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la viscosidad de la Formulación A.

#### ➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

##### ❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Vasos de precipitado de 250 ml, marca PYREX
- Viscosímetro rotacional digital, rango bajo-medio-alto, marca BROOKFIELD, modelo DV-E
- Juego de husillos 1-7, marca BROOKFIELD.
- Termómetro en divisiones de 0.1°C, precisión de 0.2°C.

##### ❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la viscosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se seleccionó un huso (huso número 5) adecuado para realizar el análisis del adhesivo seleccionado.

- Se introdujo el huso en el anillo del viscosímetro.
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 250 ml de muestra en un vaso de precipitado. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.
- Se introdujo de forma inclinada el vaso de precipitado en el huso puesto en el viscosímetro, de modo que no se produjeran burbujas que impidieran una correcta lectura del equipo. La posición final del huso fue en el centro del vaso de precipitado de manera que el oleaje producido por el posterior funcionamiento.
- Se encendió el motor del viscosímetro, seguidamente se ajustó la velocidad de agitación a 60 rpm y se dejó funcionar libremente entre un tiempo mínimo de 30 segundos a un máximo de 1 minuto.
- Se apagó el motor del viscosímetro.
- Se anotó el valor mostrado por el viscosímetro en centipoise.
- Se extrajo el huso utilizado del anillo del viscosímetro y se lo lavo con tolueno.
- Se repitió el procedimiento por triplicado.

Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la viscosidad del Pegamento Multiuso.

➤ **Determinación del color**

➤ **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

❖ **Materiales**

- Vasos de precipitado de 100 ml.

❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del color realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se sustrajo en un vaso de precipitado, 100 ml de muestra del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo.
- Se observó el color que este adhesivo presentaba.

Se repitió el mismo procedimiento para los demás tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D).

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

❖ **Materiales**

- Vasos de precipitado de 100 ml.

❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del color realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se sustrajo en un vaso de precipitado, 100 ml de muestra del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo.
- Se observó el color que este adhesivo presentaba.

Se repitió el mismo procedimiento para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).

- **Determinación de la pegajosidad**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

- ❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la pegajosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se sacó con una cuchara (madera) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, una pequeña cantidad de muestra (menor a 1 gramo).
- La determinación de pegajosidad de este tipo de adhesivo se realizó mediante el contacto del dedo pulgar con la superficie adhesiva y su unión con el dedo índice, posteriormente se procedió a desunir los dedos. En esta experiencia se percibió la facilidad o dificultad para separar los dedos de la superficie.

Se repitió el mismo procedimiento para los demás tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D).

La clasificación de la pegajosidad de los adhesivos es conforme a la siguiente escala: excelente, buena, regular y mala.

#### ➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la pegajosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se sacó con una cuchara (metal) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, una pequeña cantidad de muestra (menor a 1 gramo).
- La determinación de pegajosidad de este tipo de adhesivo se realizó mediante el contacto del dedo pulgar con la superficie adhesiva y su unión con el dedo índice, posteriormente se procedió a desunir los dedos. En esta experiencia se percibió la facilidad o dificultad para separar los dedos de la superficie.

Se repitió el mismo procedimiento para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).

La clasificación de la pegajosidad de los adhesivos es conforme a la siguiente escala: excelente, buena, regular y mala.

- **Determinación del Envejecimiento.**

Cambio progresivo de las condiciones iniciales del adhesivo a lo largo del tiempo.

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

- ❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Estufa de secado, marca BINDER, temperatura de 0°C a 250°C.
- Balanza analítica, marca GREET MED, aproximación 0.0001g.
- Desecador de vidrio, marca BRAND.
- Termómetro en divisiones de 0.1°C, precisión de 0.2°C.
- Picnómetro de acero inoxidable de 50 ml.
- Vidrios de reloj, marca PYREX.
- Cuchara de madera.
- Vasos de precipitado de 50 ml, marca PYREX.
- Vaso de precipitado de 250ml, marca PYREX.
- Vaso de precipitado de 100ml, marca PYREX.
- Vasos recolectores de 100 ml.



- Viscosímetro rotacional digital, rango bajo-medio-alto, marca BROOKFIELD, modelo DV-E.
  - Juego de husillos 1-7, marca BROOKFIELD.
  - Medidor de PH digital tipo lapicero, marca LANCET INSTRUMENTS, modelo PH-009(III), rango de temperatura: 0°C a 55°C, precisión - PH:  $\pm 0.1$  PH.
- ❖ **Determinación del contenido de sólidos, viscosidad, color, pegajosidad, densidad, PH.**

◆ **Contenido de Sólidos**

✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del contenido de sólidos realizado al primer tipo de adhesivo de polícloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se determinó la tara del vidrio de reloj en gramos ( $W_1$ ).
- Se sacó con una cuchara (madera) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 2 gramos aproximadamente de muestra y luego se descargó esta cantidad en el vidrio de reloj. Se pesó en la balanza analítica ( $W_2$ ).
- Se transfirió el vidrio de reloj a una estufa operando a  $150^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  y se calentó por 30 minutos, luego de ello

se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se pesó ( $W_3$ ).

- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación del contenido de sólidos de la Formulación A.

#### ✓ Cálculos

- Se calculó el porcentaje de sólidos no volátiles del material (% SNV) para cada determinación.

- $$\% \text{ SNV} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

El contenido de sólidos de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ◆ Viscosidad

##### ✓ Procedimiento

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la viscosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se seleccionó un huso (huso número 5) adecuado para realizar el análisis del adhesivo seleccionado.
- Se introdujo el huso en el anillo del viscosímetro.
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 250 ml de muestra en un vaso de precipitado de similar volumen. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.
- Se introdujo de forma inclinada el vaso de precipitado en el huso puesto en el viscosímetro, de modo que no se produjeran burbujas que impidieran una correcta lectura del equipo. La posición final del huso fue en el centro del vaso de precipitado de manera que el oleaje producido por el posterior funcionamiento del viscosímetro fuera el mismo en todos los puntos.
- Se encendió el motor del viscosímetro, seguidamente se ajustó la velocidad de agitación a 60 rpm y se dejó funcionar libremente entre un tiempo mínimo de 30 segundos a un máximo de 1 minuto.
- Se apagó el motor del viscosímetro.
- Se anotó el valor mostrado por el viscosímetro en centipoise.

- Se extrajo el huso utilizado del anillo del viscosímetro y se limpió frotando con un material absorbente humedecido con agua destilada.
- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la viscosidad de la Formulación A.

La viscosidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Color**

##### ✓ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 4 tipos de formulaciones (A, B, C y D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se sustrajeron 100 ml de muestra de cada adhesivo en vasos recolectores y luego se procedió a tapar los vasos.

La observación de algún cambio en el color de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se realizó la primera semana de cada mes a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Pegajosidad**

##### ✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la pegajosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se sacó con una cuchara (madera) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, una pequeña cantidad de muestra (menor a 1 gramo).
- La determinación de la pegajosidad de este tipo de adhesivo se realizó mediante el contacto del dedo pulgar con la superficie adhesiva y su unión con el dedo índice, posteriormente se procedió a desunir los dedos.

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la pegajosidad de la Formulación A.

La clasificación de la pegajosidad de los adhesivos es conforme a la siguiente escala: excelente, buena, regular y mala.

La pegajosidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Densidad**

##### ✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la densidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se lavó el picnómetro (acero inoxidable) de 50 ml, luego se enjuago con agua destilada.
- Se transfirió el picnómetro a una estufa operando a  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se calentó hasta secarlo completamente, luego de ello se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente.
- Se pesó el picnómetro en la balanza analítica ( $m_0$ ).
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 50 ml de muestra en un vaso de precipitado

de similar volumen. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.

- Se retiró la tapa del picnómetro y se llenó dentro de 1/10 pulgadas del borde con el adhesivo.
- Se volvió a poner cuidadosamente la tapa, de tal modo que se expelieron a través del agujero de ventilación el aire y el material excedente.
- Se limpió con un material absorbente la tapa para eliminar sobrante. Seguidamente se pesó en la balanza analítica ( $m_1$ ).
- Se lavó por completo el picnómetro con agua destilada después del uso.
- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la densidad de la Formulación A.

#### ✓ Cálculos

- Se calculó la densidad del adhesivo ( $\rho$ ).
- $$\rho = \frac{m_1 - m_0}{50ml}$$

Dónde:

$\rho$ : Es la densidad del adhesivo en gramos por mililitro

A temperatura del ensayo.

$m_0$ : Es la masa (en gramos) del picnómetro vacío

$m_1$ : Es la masa (en gramos) del picnómetro más el adhesivo.

La densidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

## ◆ PH

### ✓ Procedimiento

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del PH realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

- Se calibró el medidor de PH a utilizar.
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo a analizar, 100 ml de muestra en un vaso de precipitado de similar volumen.
- Se introdujo el electrodo del medidor de PH en el vaso de precipitado que contenía al adhesivo.



- Se anotó el valor de PH y la temperatura mostrada por el equipo de medición.
- Se lavó cuidadosamente con agua desionizada el electrodo del medidor de PH.
- Se realizó la experiencia por duplicado

Para los siguientes tres tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D), se siguió el mismo procedimiento detallado anteriormente.

El PH de cada tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

##### ❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Estufa de secado, marca BINDER, temperatura de 0°C a 250°C.
- Balanza analítica, marca GREET MED, aproximación 0.0001g.
- Desecador de vidrio, marca BRAND.
- Termómetro en divisiones de 0.1°C.
- Cuchara de metal.

- Picnómetro de acero inoxidable de 50 ml.
- Vasos de precipitado de 50 ml, marca PYREX.
- Vasos de precipitado de 250 ml, marca PYREX.
- Vasos recolectores de 100 ml.
- Viscosímetro rotacional digital, rango bajo-medio-alto, marca BROOKFIELD, modelo DV-E.
- Vidrios de reloj, marca PYREX.
- Juego de husillos 1-7, marca BROOKFIELD.

❖ **Determinación del contenido de sólidos, viscosidad, color, pegajosidad, densidad**

◆ **Contenido de sólidos**

✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del contenido de sólidos realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se determinó la tara del vidrio de reloj en gramos ( $W_1$ ).
- Se sacó con una cuchara (metal) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 2 gramos aproximadamente de muestra y luego se descargó esta cantidad en el vidrio de reloj. Se pesó en la balanza analítica ( $W_2$ ).

- Se transfirió el vidrio de reloj a una estufa operando a  $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se calentó por 30 minutos, luego de ello se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente y posteriormente se pesó ( $W_3$ ).
- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación del contenido de sólidos del Pegamento Multiuso.

#### ✓ Cálculos

- Se calculó el porcentaje de sólidos no volátiles del material (% SNV) para cada determinación.
- $\% \text{SNV} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\%$

El contenido de sólidos de cada tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

## ◆ Viscosidad

### ✓ Procedimiento

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la viscosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se seleccionó un huso (huso número 5) adecuado para realizar el análisis del adhesivo seleccionado.
- Se introdujo el huso en el anillo del viscosímetro.
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 250 ml de muestra en un vaso de precipitado de similar volumen. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.
- Se introdujo de forma inclinada el vaso de precipitado en el huso puesto en el viscosímetro, de modo que no se produjeran burbujas que impidieran una correcta lectura del equipo. La posición final del huso fue en el centro del vaso de precipitado de manera que el oleaje producido por el posterior funcionamiento
- Se encendió el motor del viscosímetro, seguidamente se ajustó la velocidad de agitación a 60 rpm y se dejó funcionar libremente entre un tiempo mínimo de 30 segundos a un máximo de 1 minuto.
- Se apagó el motor del viscosímetro.

- Se anotó el valor mostrado por el viscosímetro en centipoise.
- Se extrajo el huso utilizado del anillo del viscosímetro y se limpió frotando con un material absorbente humedecido con tolueno.
- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la viscosidad del Pegamento Multiuso.

La viscosidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Color**

##### ✓ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 2 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado), se sustrajeron 100 ml de muestra de cada adhesivo en vasos recolectores y luego se procedió a tapar los vasos.

La observación de algún cambio en el color de cada tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente se realizó la primera semana de cada mes y fue a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Pegajosidad**

##### ✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la pegajosidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se sacó con una cuchara (acero inoxidable) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, una pequeña cantidad de muestra (menor a 1 gramo).
- La determinación de pegajosidad de este tipo de adhesivo se realizó mediante el contacto del dedo pulgar con la superficie adhesiva y su unión con el dedo índice, posteriormente se procedió a desunir los dedos.

Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la pegajosidad del Pegamento Multiuso.

La clasificación de la pegajosidad de los adhesivos es conforme a la siguiente escala: excelente, buena, regular y mala.

La pegajosidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente se realizó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### ◆ **Densidad**

##### ✓ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de densidad realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se lavó el picnómetro (acero inoxidable) de 50 ml, luego se enjuago con agua destilada.
- Se transfirió el picnómetro a una estufa operando a  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se calentó hasta secarlo completamente, luego de ello se enfrió en un desecador por 5 minutos a temperatura ambiente.
- Se pesó el picnómetro en la balanza analítica ( $m_0$ ).
- Se sustrajo del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 50 ml de muestra en un vaso de precipitado

de similar volumen. Luego se midió su temperatura con la ayuda de un termómetro.

- Se retiró la tapa del picnómetro y se llenó dentro de 1/10 pulgadas del borde con el adhesivo.
- Se volvió a poner cuidadosamente la tapa, de tal modo que se expelieron a través del agujero de ventilación el aire y el material excedente.
- Se limpió con un material absorbente la tapa para eliminar sobrante. Seguidamente se pesó en la balanza analítica ( $m_1$ ).
- Se lavó el picnómetro con tolueno después del uso.
- Se realizó la experiencia por duplicado.

Para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado), se siguió el mismo procedimiento utilizado para la determinación de la densidad del Pegamento Multiuso.

#### ✓ Cálculos

- Se calculó la densidad del adhesivo ( $\rho$ ).
- $$\rho = \frac{m_1 - m_0}{50ml}$$

Dónde:

$\rho$ : Es la densidad del adhesivo en gramos por mililitro

A temperatura del ensayo.

$m_0$ : Es la masa (en gramos) del picnómetro vacío



$m_1$ : Es la masa (en gramos) del picnómetro más el adhesivo.

La densidad de cada tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente se determinó la primera semana de cada mes y se repitió el procedimiento descrito en esta sección a lo largo de 6 meses.

#### **b. Determinación de las propiedades mecánicas a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente**

##### **• Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción**

La determinación de la resistencia a la cizalla por tracción a juntas solapadas, se realizó según determinados criterios de la norma UNE-EN 1465:2009.

##### **➤ Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

###### **❖ Materiales y equipos a utilizar**

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 1011.  
→ Mordazas para ensayos.
- Espátula de acero inoxidable.
- Maderas (200 mm de largo x 100 mm de ancho).
- Medidor de temperatura y humedad.
- Regla metálica.

- Bagueta de vidrio.
- Vasos de precipitado de 100 ml, marca PYREX.

#### ❖ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 4 tipos de formulaciones (A, B, C y D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se sustrajeron en 4 vasos de precipitado de 100 ml las muestras a utilizar.

Los siguientes procesos describen la manera como se determinó la resistencia a la cizalla por tracción en la unión de dos materiales (maderas), para lo cual en la operación del pegado de dichos materiales se necesitó de un adhesivo, en este caso se utilizó el primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa preparado (Formulación A):

#### → **Proceso de Pegado**

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado a la unión de dos sustratos (maderas) entre sí. A este primer caso la denominaremos Probeta 1:

- Se midió con la ayuda de una regla metálica el área a aplicar el adhesivo en los sustratos respectivamente. Las dimensiones a utilizar fueron de 70 mm de largo y 100 mm de ancho (área de cizalla).

- Se lijo finamente y se limpió con un trapo estas superficies.
- Se aplicó con la ayuda de una espátula (acero inoxidable) el adhesivo en cada una de las superficies. El espesor del adhesivo adherido en ambas superficies fue de 0.1 mm respectivamente, medidos con un espaciador de alambre calibrado.
- Se dejó secar 40 minutos en promedio los sustratos antes de realizar el pegado de sus superficies.
- Se procedió a pegar la superficie de cada sustrato una sobre otra, aplicando fuerza entre ambas superficies por un promedio de 2 minutos con la finalidad de obtener una óptima unión.

Se realizó 3 procesos más de pegado con la finalidad de conseguir las probetas suficientes para desarrollar los ensayos de determinación de resistencia a la cizalla por tracción. Repitiendo los pasos anteriormente mencionados se obtuvieron en total 4 probetas.

Luego de obtener las 4 probetas, se esperó 24 horas para continuar con el siguiente proceso.

### → Proceso de cizalla por tracción

El proceso de cizalla por tracción que se describe a continuación, fue el realizado la Probeta 1:

- Se preparó la máquina de ensayos universal ajustando las mordazas en los extremos superior e inferior del equipo.
- Se colocó simétricamente en las mordazas la probeta, cada mordaza se distanció 50 mm del borde más próximo del solapamiento.
- Se accionó el equipo, la mordaza inferior se mantuvo estática mientras que la mordaza superior estuvo en constante movimiento en dirección hacia arriba.
- La velocidad de separación de las mordazas fue tal que permitió la rotura de la unión de estos dos sustratos en un periodo de  $(65 \pm 20)$  s.
- Se registró la fuerza más elevada durante la rotura.

El tratamiento de las probetas (2, 3 y 4) se siguió de manera similar el proceso anteriormente descrito.

Se repitió los mismos procesos para los demás tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B y Formulación D), para la formulación C también se repitió los mismos procesos anteriormente descritos pero se agregó 3 gotas de agente reticulante en el vaso de

precipitado que contenía la muestra antes de ser utilizado y se la agitó con una bagueta. La temperatura del ambiente de trabajo en los diferentes procesos realizados a cada tipo de formulación estuvo en un rango de 21°C - 23°C y la humedad relativa entre un 80% - 85%, estos parámetros fueron medidos con la ayuda de un medidor de temperatura y humedad.

#### ❖ Cálculos

La resistencia a la cizalla por tracción de la unión de los sustratos, se calculó dividiendo la fuerza de rotura, en newtons, por el área de la superficie ensayada (área de cizalla), en milímetros cuadrados.

$$\text{Resistencia a la cizalla por tracción} = \frac{\text{Fuerza de rotura (N)}}{\text{Área de cizalla (mm}^2\text{)}}$$

#### ➤ Adhesivos de policloropreno en base solvente

##### ❖ Materiales y Equipos a utilizar

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 1011.  
→ Mordazas para ensayos.
- Espátula de acero inoxidable.
- Vasos de precipitado de 100 ml, marca PYREX.
- Maderas (200 mm de largo x 100 mm de ancho).
- Regla metálica.

- Medidor de temperatura y humedad.

#### ❖ Procedimiento

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 2 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado), se sustrajeron en 2 vasos de precipitado de 100 ml las muestras a utilizar.

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación de la resistencia a la cizalla por tracción en la unión de dos materiales (maderas), para lo cual en la operación del pegado de dichos materiales se necesitó de un adhesivo, en este caso se utilizó el primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente preparado (Pegamento Multiuso):

#### → Proceso de Pegado

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado a la unión de dos sustratos (maderas) entre sí. A este primer caso la denominaremos Probeta 1:

- Se midió con la ayuda de una regla metálica el área a aplicar el adhesivo en los sustratos respectivamente. Las dimensiones a utilizar fueron de 70 mm de largo y 100 mm de ancho (área de cizalla).

- Se lijo finamente y se limpió con un trapo estas superficies.
- Se aplicó con la ayuda de una espátula (acero inoxidable) el adhesivo en cada una de las superficies. El espesor del adhesivo adherido en ambas superficies fue de 0.1 mm respectivamente, medidos con un espaciador de alambre calibrado.
- Se dejó secar 40 minutos en promedio los sustratos antes de realizar el pegado de sus superficies.
- Se procedió a pegar la superficie de cada sustrato una sobre otra, aplicando fuerza entre ambas superficies por un promedio de 2 minutos con la finalidad de obtener una óptima unión.

Se realizó 3 procesos más de pegado con la finalidad de conseguir las probetas suficientes para desarrollar los ensayos de determinación de resistencia a la cizalla por tracción. Repitiendo los pasos anteriormente mencionados se obtuvieron en total 4 probetas.

Luego de obtener las 4 probetas, se esperó 24 horas para continuar con el siguiente proceso.

### → Proceso de cizalla por tracción

El proceso de cizalla por tracción que se describe a continuación, fue el realizado a la probeta 1:

- Se preparó la máquina de ensayos universal ajustando las pinzas neumáticas en los extremos superior e inferior del equipo.
- Se colocó simétricamente en las mordazas la probeta, cada mordaza se distanció 50 mm del borde más próximo del solapamiento.
- Se accionó el equipo, la mordaza inferior se mantuvo estática mientras que la mordaza superior estuvo en constante movimiento en dirección hacia arriba.
- La velocidad de separación de las mordazas fue tal que permitió la rotura de la unión de estos dos sustratos en un periodo de  $(65 \pm 20)$  s.
- Se registró la fuerza más elevada durante la rotura.

El tratamiento de las probetas (2, 3 y 4) se siguió de manera similar al proceso anteriormente descrito.

Se repitió los mismos procesos para el siguiente tipo de adhesivo de policlоропрено en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado). La temperatura del ambiente de trabajo en los diferentes procesos de evaluación para cada tipo de adhesivo



estuvo en un rango de 21°C - 23°C y la humedad relativa se mantuvo entre un 80% - 85%, estos parámetros fueron medidos con la ayuda de un medidor de temperatura y humedad.

#### ❖ Cálculos

La resistencia a la cizalla por tracción de la unión de los sustratos, se calculó dividiendo la fuerza de rotura, en newtons, por el área de la superficie ensayada (área de cizalla), en milímetros cuadrados.

$$\text{Resistencia a la cizalla por tracción} = \frac{\text{Fuerza de rotura (N)}}{\text{Área de cizalla (mm}^2\text{)}}$$

#### • Determinación de la resistencia al pelado

- ✓ La determinación de la resistencia al pelado en la unión de materiales por adhesivos en dispersión acuosa y en base solvente, se realizó según determinados criterios de la norma UNE-EN 1392:2007. El pelado de los sustratos es en forma de T a 180°.

#### ➤ Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa

##### ❖ Materiales y equipos a utilizar

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 1011.  
→ Mordazas para ensayos.
- Espátula de acero inoxidable.

- Cueros (100 mm de largo x 30 mm de ancho).
- Medidor de temperatura y humedad.
- Vasos de precipitado de 100 ml, marca PYREX.

#### ❖ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 4 tipos de formulaciones (A, B, C y D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se sustrajeron en 4 vasos de precipitado de 100 ml las muestras a utilizar.

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación al pelado en la unión de dos materiales (cueros), para lo cual en la operación del pegado de dichos materiales se necesitó de un adhesivo, en este caso se utilizó el primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa preparado (Formulación A):

#### → **Proceso de Pegado**

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado a la unión de dos sustratos (cueros) entre sí. A este primer caso la denominaremos Probeta 1:

- Se lijo finamente las partes de los sustratos a pegar.
- Se limpió con un paño de algodón las superficies lijadas.
- Se aplicó con la ayuda de una espátula (acero inoxidable) el adhesivo en cada una de las superficies, la longitud de

aplicación del pegamento en ambas superficies fue de 60mm respectivamente.

- Se dejó secar 40 minutos en promedio los sustratos antes de realizar el pegado de sus superficies.
- Se procedió a pegar la superficie de cada sustrato una sobre otra, aplicando fuerza entre ambas superficies por un promedio de 2 minutos con la finalidad de obtener una óptima unión.

Se realizó 4 procesos más de pegado con la finalidad de conseguir las probetas suficientes para desarrollar los ensayos de determinación de resistencia al pelado. Repitiendo los pasos anteriormente mencionados se obtuvieron en total 5 probetas.

Luego de obtener las 5 probetas, se esperó 24 horas para continuar con el siguiente proceso.

#### → **Proceso de pelado**

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado la Probeta 1:

- Se preparó la máquina de ensayos universal ajustando las mordazas en los extremos superior e inferior del equipo.

- Se doblaron hacia cada lado los extremos de la probeta 1 que no estaban pegados y se sujetaron a una distancia de 20 mm en las mordazas de la máquina de ensayo, después se desunieron los extremos, con un ángulo entre sí de 180° y a una velocidad de 100 mm/min.
- Se registró la fuerza de pelado media.

El tratamiento de las probetas (2, 3, 4 y 5) se siguió de manera similar al proceso anteriormente descrito.

Se repitió el mismo procedimiento para los demás tipos de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D). La temperatura del ambiente de trabajo en los diferentes procesos realizados a cada tipo de formulación estuvo en un rango de 21°C - 23°C y la humedad relativa se mantuvo entre un 80% - 85%, estos parámetros fueron medidos con la ayuda de un medidor de temperatura y humedad.

#### ❖ Cálculos

La resistencia al pelado de la unión de los sustratos, se calculó dividiendo la fuerza de pelado (en newtons) durante la separación, por el ancho de probeta (en milímetros).

$$\text{Resistencia al pelado} = \frac{\text{Fuerza de pelado durante la separación (N)}}{\text{Ancho de la probeta (mm)}}$$

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 1011.  
→ Mordazas para ensayos.
- Espátula de Acero Inoxidable.
- Cueros (100 mm de largo x 30 mm de ancho).
- Vasos de precipitado de 100 ml, marca PYREX.
- Medidor de temperatura y humedad.

❖ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 2 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado), se sustrajeron en 2 vasos de precipitado de 100 ml las muestras a utilizar.

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación al pelado en la unión de dos materiales (cueros), para lo cual en la operación del pegado de dichos materiales se necesitó de un adhesivo, en este caso se utilizó el primer tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente preparado (Pegamento Multiuso):

### → Proceso de Pegado

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado a la unión de dos sustratos (cueros) entre sí. A este primer caso la denominaremos Probeta 1:

- Las dimensiones de los sustratos a utilizar fueron de 100 mm de largo y 30 mm de ancho.
- Se lijo finamente las partes de los sustratos a pegar.
- Se limpió con un paño de algodón las superficies lijadas.
- Se aplicó con la ayuda de una espátula (acero inoxidable) el adhesivo en cada una de las superficies, la longitud de aplicación del pegamento en ambas superficies fue de 60 mm respectivamente.
- Se dejó secar 40 minutos en promedio los sustratos antes de realizar el pegado de sus superficies.
- Se procedió a pegar la superficie de cada sustrato una sobre otra, aplicando fuerza entre ambas superficies por un promedio de 2 minutos con la finalidad de obtener una óptima unión.

Se realizó 4 procesos más de pegado con la finalidad de conseguir las probetas suficientes para desarrollar los ensayos de determinación de resistencia al pelado. Repitiendo los

pasos anteriormente mencionados se obtuvieron en total 5 probetas.

→ **Proceso de pelado**

El proceso de pegado que se describe a continuación, fue el realizado a la Probeta 1:

- Se preparó la máquina de ensayos universal ajustando las mordazas en los extremos superior e inferior del equipo.
- Se doblaron hacia cada lado los extremos de la probeta 1 que no estaban pegados y se sujetaron a una distancia de 20 mm en las mordazas de la máquina de ensayo, después se desunieron los extremos, con un ángulo entre sí de 180° y a una velocidad de 100 mm/min.
- Se registró la fuerza de pelado media.

El tratamiento de las probetas (2, 3, 4, 5) se siguió de manera similar el proceso anteriormente descrito.

Se repitió los mismos procesos para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado). La temperatura del ambiente de trabajo en los diferentes procesos realizados a cada tipo de adhesivo estuvo en un rango de 21°C - 23°C y la humedad relativa se mantuvo entre un 80% - 85%, estos parámetros fueron medidos con la ayuda de un medidor de temperatura y humedad.

### ❖ Cálculos

La resistencia al pelado de la unión de los sustratos, se calculó dividiendo la fuerza de pelado (en newtons) durante la separación, por el ancho de probeta (en milímetros).

$$\text{Resistencia al pelado} = \frac{\text{Fuerza de pelado durante la separación (N)}}{\text{Ancho de la probeta (mm)}}$$

### c. **Determinación del contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.**

- **Determinación del contenido de COV's mediante cromatografía de gases para los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**  
Análisis de las muestras de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, para determinar la presencia de COV's por el método de cromatografía gaseosa.

Las muestras obtenidas del proceso de fabricación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa se analizaron en el laboratorio de la empresa CITCA S.A.C. Esta a su vez determinó las curvas, rectas de calibrado y los cálculos del contenido de COV's de dichas muestras, realizando la posterior entrega de los resultados.



### ❖ Principio

Los compuestos orgánicos volátiles (COV's) objeto de este protocolo son extraídos de la muestra a analizar y mediante purga con una corriente de helio, concentrados sobre una trampa basada en carbón hidrófugo para aumentar la sensibilidad del método, y cuantificados mediante cromatografía de gases y detección selectiva de masas.

### ❖ Objetivo del análisis

Determinación espectrofotométrica de Tolueno, Tricloroetileno, Hexano, Acetato de etilo en la muestra.

### ❖ Materiales y equipos

- Concentrador de purga y trampa, equipado con un recipiente de purga de 25 ml y una trampa Vocarb-3000.
- Cromatógrafo Gaseoso, Perkin Elmer / AutoSystem GC.  
Equipado con un detector de Ionización de llama (FID) y columna capilar.
- Balanza analítica, marca MEED GREET, aproximación 0.0001g
- Pipeta de 10 ml.
- Vasos recolectores de 100 ml.

### ❖ Reactivos

- Agua desmineralizada.
- Metanol de calidad purga y trampa.

- Patrones certificados de COVs (tricloroetano, hexano, acetato de etilo y tolueno).

#### ❖ **Procedimiento**

De los baldes de plástico donde fueron depositados los 4 tipos de formulaciones (A, B, C y D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa en base solvente, se sustrajeron en vasos recolectores de 100 ml cada adhesivo, los cuales fueron llevados al laboratorio de la empresa CITCA S.A.C para su posterior análisis de cromatografía de gases según el procedimiento que se detalla en esta sección.

El siguiente procedimiento corresponde al análisis de cromatografía de gases realizado al primer tipo de adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A):

#### → **Preparación de disoluciones patrón**

- ◆ Se preparó gravimétricamente una disolución patrón que contenga aproximadamente 2 mg/ml de cada uno de los COV's en metanol; diluimos esta disolución hasta una disolución inicial de trabajo de 0,2  $\mu$  g/ml de cada uno de los compuestos individuales.
- ◆ Se preparó series de patrones a partir de la disolución inicial de trabajo, hasta concentraciones de 12,5 ng/ml, para realizar las rectas de calibración.

→ **Extracción de la muestra**

Se añadió 0,1 ml de metanol a 10 ml de muestra (Formulación A), y se inyectó ésta en el portamuestras del inyector de purga y trampa.

Se inició el programa de extracción, utilizando los siguientes parámetros:

- \* Tiempo de purga: 11 minutos.
- \* Temperatura de purga: ambiente.
- \* Tiempo de purga seca: 2 minutos.
- \* Temperatura de desorción: 250°C.
- \* Tiempo de desorción: 4 minutos.
- \* Temperatura de la válvula y de la línea de transferencia: 150 °C.

→ **Análisis cromatográfico**

Se ajustó a las condiciones de trabajo el cromatógrafo, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- \* Temperatura de inyección: 150 °C
- \* Temperatura de columna: Programada. 50 °C durante cuatro minutos, rampa de 4 °C/min hasta 210 es isoterma final de 20 minutos.
- \* Temperatura del detector: 280°C.
- \* Gas portador: Helio.

- \* Presión de gas portador: 12 p.s.i.
- \* Inyección: "Split", con una relación de división de 10:1.

→ **Características y parámetros del equipo**

- ◆ Columna: HP-PLOT U 0,32 mm x 30 m ID 10  $\mu$ m.
- ◆ Horno: 60 °C por 7 min 60-180 °C a 10°C/min.
- ◆ Entrada: 180 °C, radio separación 30:1.
- ◆ Detector: FID a 200 °C.
- ◆ Muestra: 5  $\mu$ L HC.

Para la cuantificación de los compuestos presentes, se realizó una curva de calibrado añadiendo 100  $\mu$ l de las diluciones que fueron preparadas anteriormente sobre 10 ml de agua e inyectando ésta en el vaso del inyector de purga y trampa.

❖ **Cálculos**

Se calculó, por medio de una regresión lineal, la recta de calibrado concentración/área de pico a partir de los cromatogramas de las diferentes disoluciones patrón y se interpoló en ella el valor del área del pico de la muestra (Formulación A) para hallar directamente la concentración de analito en la muestra.

❖ **Técnica de aplicación de análisis**

El contenido COV's residual se determinó por medio de cromatografía de gas **por un método de Bayer** y funcionó a partir

del látex (adhesivo de policloropreno en dispersión acuosa), en este caso se realizó para la formulación A.

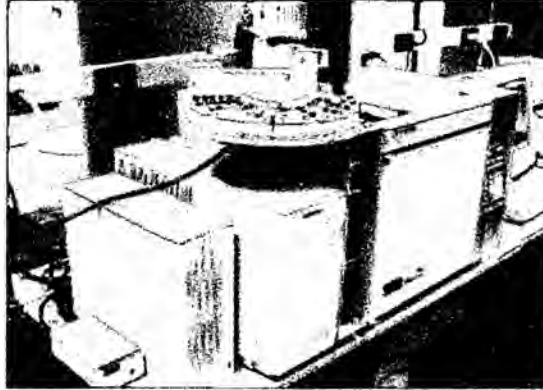
Determinación cuantitativa de:

- Tolueno.
- o-m-p Xilenos.
- Tricloroetileno.
- Hexano.
- Acetato de etilo.

en la muestra acuosa “Formulación A” (obtenidas a partir de adhesivo de dispersión acuosa de policloropreno), aplicando la técnica Cromatografía Gaseosa con detector FID.

Se realizó el mismo procedimiento, los cálculos y la técnica de aplicación de análisis para los demás adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación B, Formulación C y Formulación D).

**FIGURA 4.7**  
**EQUIPO DE CROMATOGRFÍA DE GASES –**  
**ESPECTRÓMETRO DE MASAS**



**Fuente:** Elaboración propia

➤ **Determinación del contenido de COV's con respecto a su formulación para los adhesivos de policloropreno en base solvente**

❖ **Materiales y equipos a utilizar**

- Bomba de vacío, marca VACUUBRAND, serie: PC 3003 VARIO, capacidad de velocidad de bombeo: 2 m<sup>3</sup>/h.
- Acople de plástico ( $\phi$  interior de entrada: 8.5 mm y  $\phi$  interior de salida: 28.5 mm).
- Manguera de PTFE (teflón), longitud 1 m,  $\phi$  exterior :28 mm
- Caja de vidrio cuadrada (dimensiones 0.82m x 0.82m x 0.82m), con llave de paso de acero inoxidable ( $\phi$  interior: 28.5 mm).
- Manguera de PTFE (teflón), longitud 9 cm,  $\phi$  exterior :28 mm
- Frascos de vidrio tipo rosca, color ámbar,  $\phi$  interior de boquilla: 28.5 mm).

- Balanza analítica, marca GREET MED, aproximación 0.0001g.
- Cuchara de metal.

❖ **Procedimiento**

El siguiente procedimiento corresponde a la determinación del contenido de COV's para el primer tipo de adhesivo de policloloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso):

- Se procedió a encajar el acople (plástico) en la boquilla de entrada de la bomba de vacío. Seguidamente se unió el otro extremo del acople con la manguera (teflón) de 1m de longitud.
- Se colocó la manguera en la llave de paso (acero inoxidable), ubicada en la parte inferior de una de las caras de la caja de vidrio (diseñada para ser el depósito final de los COV's de la muestra). Se ajustó la unión realizada.
- Se abrió la llave de paso de la caja de vidrio. Se puso en marcha la bomba de vacío.
- Se cerró la llave de paso una vez alcanzado el vacío (0.6 mbar) en la caja de vidrio. Seguidamente se apagó la bomba de vacío y se retiró la manguera.
- Se pesó un frasco de vidrio completamente cerrado en la balanza analítica ( $W_1$ ).
- Se sustrajo con una cuchara (metal) del balde de plástico donde fue depositado el adhesivo, 10 gramos aproximadamente de la muestra y luego se descargó esta cantidad en el frasco de vidrio.

Seguidamente se cerró el frasco y se pesó en la balanza analítica ( $W_2$ ).

- Se colocó la manguera (teflón) de 9 cm de longitud en la llave de paso de la caja de vidrio y se le ajustó. Luego se ubicó esta manguera en la boquilla del frasco de vidrio (previamente abierto).
- Se abrió la llave de paso de la caja de vidrio y se dejó por un promedio de 45 minutos (Tiempo de emisión de gases y secado del adhesivo). Una vez concluido este tiempo se procedió a cerrar la llave de paso y se retiró la manguera de esta caja.

Se realizó el mismo procedimiento para el siguiente tipo de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso Reforzado).

#### ❖ Cálculos

Se calculó el contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en base solvente de la forma siguiente:

$$\text{Muestra base} = W_2 - W_1$$

$$\begin{array}{l} \text{Contenido de} \\ \text{COV's de los} \\ \text{adhesivos} \\ \text{de policloropreno} \\ \text{en base solvente} \end{array} = \frac{\frac{\text{Cantidad de solvente en la formulación del adhesivo (g)}}{\text{Gramos totales de la formulación del adhesivo (g)}} \times \text{Muestra base (g)} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}}{\text{Volumen de depósito (m}^3\text{)}}$$



#### **4.7 Procesamiento estadístico y análisis de datos**

La información resultante de la determinación de las propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno fue procesada en hojas de cálculos del programa MICROSOFT EXCEL 2010, de manera que el procesamiento de la información resultará lo más sencillo posible y quede disponible para los requerimientos del presente trabajo. Los datos que se obtuvieron de los ensayos de laboratorio realizados tanto a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa como a los adhesivos de policloropreno en base solvente sirvieron para contrastar las hipótesis planteadas.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1 Resultados de la determinación de las propiedades físico-químicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente

- **Determinación del contenido de sólidos**
  - **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

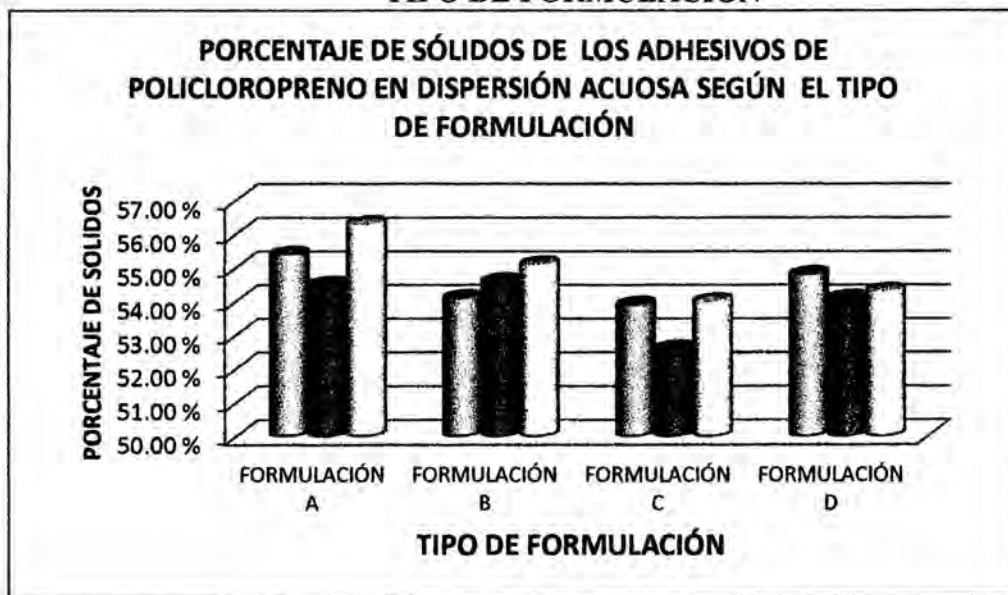
Los resultados de la determinación del contenido de sólidos según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

**TABLA 5.1**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSION ACUOSA</b>	<b>PRUEBA 1</b>	<b>PRUEBA 2</b>	<b>PRUEBA 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
FORMULACION A	55,40 %	54,50 %	56,30 %	55,40 %
FORMULACION B	54,10 %	54,60 %	55,10 %	54,60 %
FORMULACION C	53,90 %	52,60 %	54,00 %	53,50 %
FORMULACION D	54,80 %	54,10 %	54,30 %	54,40 %

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.1**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA SEGÚN EL**  
**TIPO DE FORMULACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación del contenido de sólidos en los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

**TABLA 5.2**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE				
ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	19.05 %	19.15 %	18.93 %	19.04 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	21.08 %	20.88 %	20.94 %	20.97 %

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.2**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**



Fuente: Elaboración propia

- **Determinación de la viscosidad**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación de la viscosidad según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

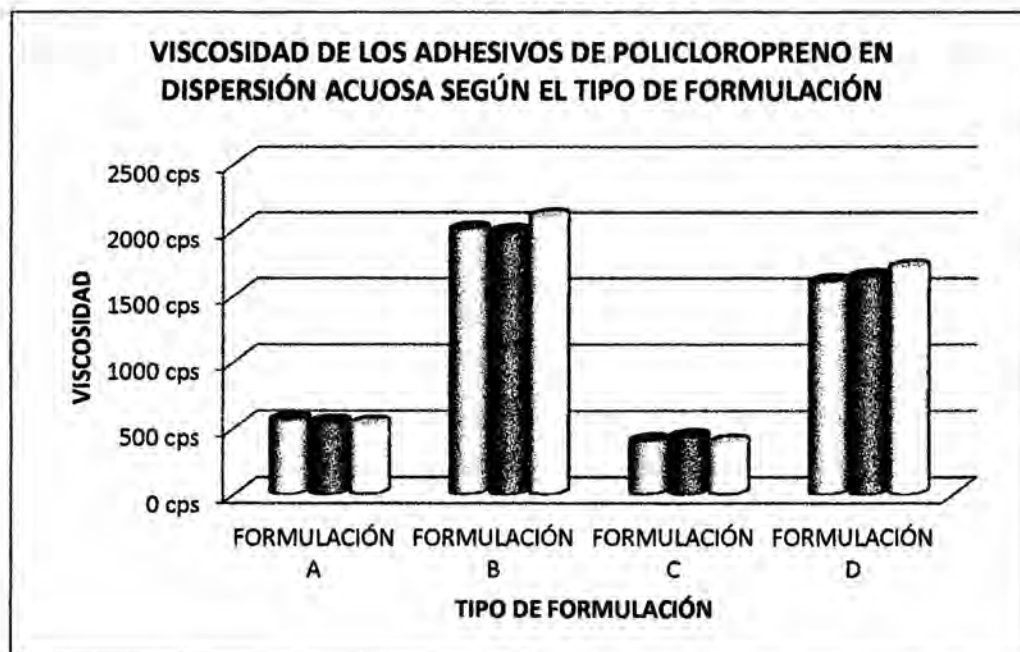
**TABLA 5.3**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	560 cps	540 cps	530 cps	543 cps
FORMULACIÓN B	2000 cps	1980 cps	2100 cps	2027 cps
FORMULACIÓN C	400 cps	430 cps	390 cps	407 cps
FORMULACIÓN D	1600 cps	1640 cps	1710 cps	1650 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.3**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA SEGÚN EL TIPO DE**  
**FORMULACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación de la viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

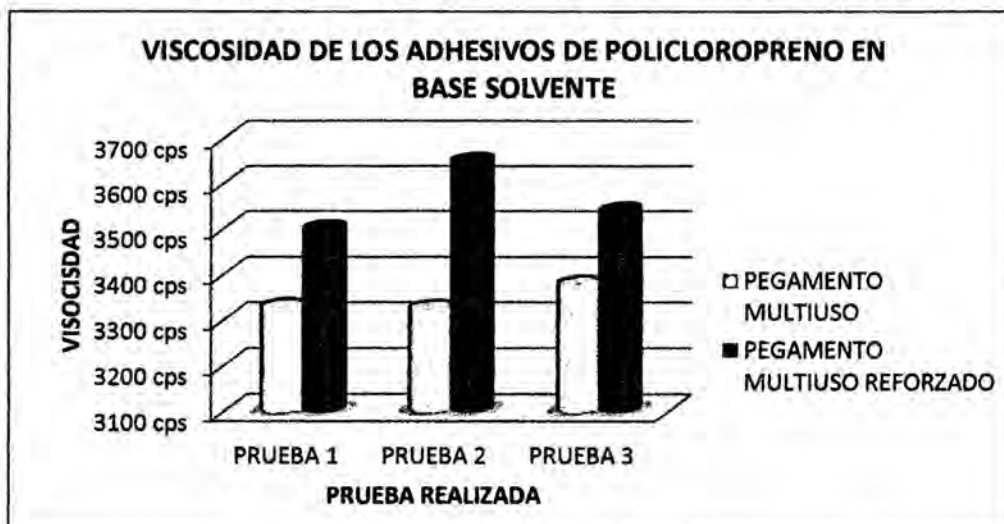
**TABLA 5.4**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	3330 cps	3310 cps	3380 cps	3346 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	3500 cps	3650 cps	3540 cps	3563 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio: 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.4**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE SEGÚN LA PRUEBA REALIZADA**



Fuente: Elaboración propia

- **Determinación del color**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación del color según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

**TABLA 5.5**  
**COLOR DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSION ACUOSA**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA</b>	<b>COLOR</b>
FORMULACIÓN A	<b>BLANCO</b>
FORMULACIÓN B	<b>BLANCO</b>
FORMULACIÓN C	<b>BLANCO</b>
FORMULACIÓN D	<b>BLANCO</b>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación del color de los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

**TABLA 5.6**  
**COLOR DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**BASE SOLVENTE**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE</b>	<b>COLOR</b>
PEGAMENTO MULTIUSO	<b>AMBAR</b>
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	<b>AMBAR</b>

**Fuente:** Elaboración propia

- **Determinación de la pegajosidad**
  - **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación de la pegajosidad en los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa según el tipo de formulación, fueron los siguientes:

**TABLA 5.7**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>			
	<b>EXCELENTE</b>	<b>BUENA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALA</b>
FORMULACIÓN A	X			
FORMULACIÓN B	X			
FORMULACIÓN C	X			
FORMULACIÓN D	X			

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación de la pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:



**TABLA 5.8**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	CALIFICACIÓN			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
PEGAMENTO MULTIUSO		X		
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO		X		

Fuente: Elaboración propia

- **Determinación del envejecimiento**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

- ◆ **Contenido de Sólidos**

Los resultados de la determinación del contenido de sólidos de las formulaciones (A, B, C y D) obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.9**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	55,30 %	55,45 %	55,38 %
FORMULACIÓN B	54,05 %	55,05 %	54,55 %
FORMULACIÓN C	53,70 %	52,95 %	53,33 %
FORMULACION D	54,95 %	53,70 %	54,33 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.10**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	56,40 %	56,01 %	56,21 %
FORMULACIÓN B	55,10 %	56,15 %	55,63 %
FORMULACIÓN C	54,77 %	54,10 %	54,44 %
FORMULACION D	56,05 %	54,80 %	55,43 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.11**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	57,53 %	57,13 %	57,33 %
FORMULACIÓN B	56,20 %	57,30 %	56,75 %
FORMULACIÓN C	55,89 %	55,25 %	55,57 %
FORMULACION D	57,04 %	55,90 %	56,47 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.12**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	58,64 %	58,27 %	58,46 %
FORMULACIÓN B	57,32 %	58,50 %	57,91 %
FORMULACIÓN C	57,10 %	56,40 %	56,75 %
FORMULACION D	58,20 %	57,10 %	57,65 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.13**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	59,80 %	59,45 %	59,63 %
FORMULACIÓN B	58,41 %	59,70 %	59,06 %
FORMULACIÓN C	58,25 %	57,60 %	57,93 %
FORMULACION D	59,40 %	58,40 %	58,90 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.14**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**SEXTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	60,90 %	60,64 %	60,77 %
FORMULACIÓN B	59,60 %	60,89 %	60,25 %
FORMULACIÓN C	59,42 %	58,80 %	59,11 %
FORMULACION D	60,59 %	59,60 %	60,10 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.15**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS SEGÚN EL TIPO DE**  
**FORMULACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA A LO**  
**LARGO DE 6 MESES**

	FORMULACIÓN A	FORMULACIÓN B	FORMULACIÓN C	FORMULACIÓN D
PRIMER MES	55,38%	54,55%	53,33%	54,33%
SEGUNDO MES	56,21%	55,63%	54,44%	55,43%
TERCER MES	57,33%	56,75%	55,57%	56,47%
CUARTO MES	58,46%	57,91%	56,75%	57,65%
QUINTO MES	59,63%	59,06%	57,93%	58,90%
SEXTO MES	60,77%	60,25%	59,11%	60,10%

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.5**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS SEGÚN EL TIPO DE**  
**FORMULACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA A LO**  
**LARGO DE 6 MESES**



**Fuente:** Elaboración propia

◆ **Viscosidad**

Los resultados de la determinación de la viscosidad de las formulaciones (A, B, C y D) obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.16**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	570 cps	520 cps	545 cps
FORMULACIÓN B	2010 cps	2040 cps	2025 cps
FORMULACIÓN C	450 cps	360 cps	405 cps
FORMULACION D	1650 cps	1690 cps	1670 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.17**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	581 cps	530 cps	556 cps
FORMULACIÓN B	2050 cps	2081 cps	2066 cps
FORMULACIÓN C	459 cps	367 cps	413 cps
FORMULACION D	1683 cps	1724 cps	1703 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.18**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	593 cps	541 cps	567 cps
FORMULACIÓN B	2090 cps	2122 cps	2106 cps
FORMULACIÓN C	468 cps	374 cps	421 cps
FORMULACION D	1716 cps	1758 cps	1737 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 18°C - 19°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.19**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	604 cps	551 cps	578 cps
FORMULACION B	2131 cps	2162 cps	2147 cps
FORMULACIÓN C	477 cps	382 cps	429 cps
FORMULACION D	1749 cps	1791 cps	1770 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.20**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	616 cps	562 cps	589 cps
FORMULACIÓN B	2171 cps	2203 cps	2187 cps
FORMULACIÓN C	486 cps	389 cps	437 cps
FORMULACION D	1782 cps	1825 cps	1804 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.21**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL**  
**SEXTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	628 cps	573 cps	600 cps
FORMULACIÓN B	2214 cps	2247 cps	2231 cps
FORMULACIÓN C	496 cps	397 cps	446 cps
FORMULACION D	1818 cps	1862 cps	1840 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

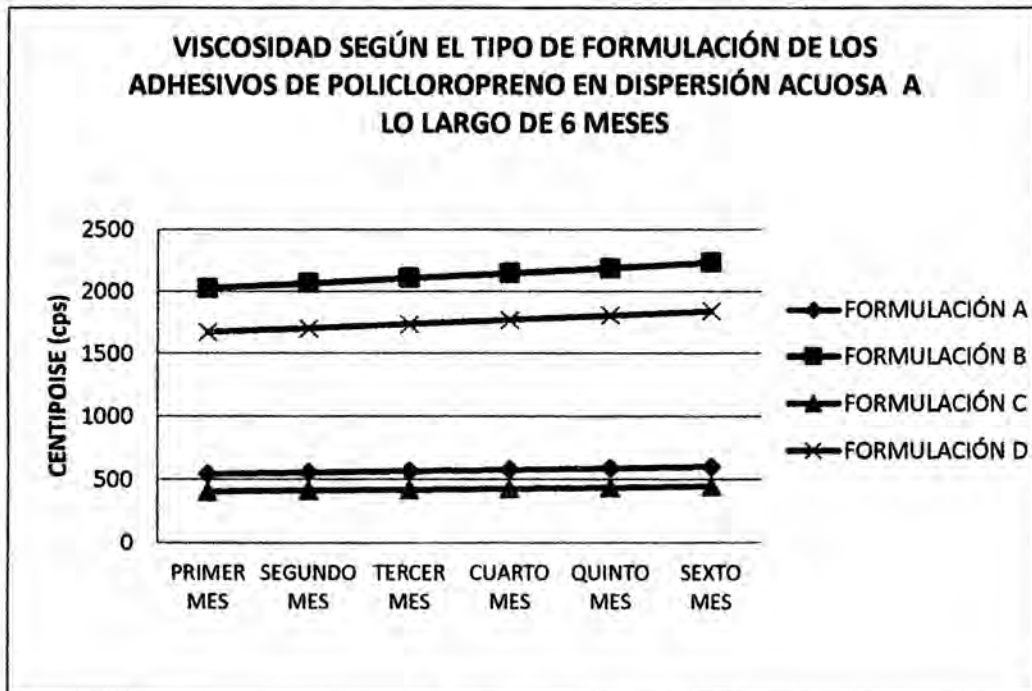


**TABLA 5.22**  
**VISCOSIDAD SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE**  
**LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**

	FORMULACIÓN A	FORMULACIÓN B	FORMULACIÓN C	FORMULACIÓN D
PRIMER MES	545 cps	2025 cps	405 cps	1670 cps
SEGUNDO MES	556 cps	2066 cps	413 cps	1703 cps
TERCER MES	567 cps	2106 cps	421 cps	1737 cps
CUARTO MES	578 cps	2147 cps	429 cps	1770 cps
QUINTO MES	589 cps	2187 cps	437 cps	1804 cps
SEXTO MES	600 cps	2231 cps	446 cps	1840 cps

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.6**  
**VISCOSIDAD SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

#### ◆ Color

Los resultados de la determinación del color de las formulaciones (A, B, C y D) observados cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.23**  
**COLOR DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES	CUARTO MES	QUINTO MES	SEXTO MES
	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR
FORMULACIÓN A	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO CREMA	BLANCO CREMA
FORMULACIÓN B	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO CREMA	BLANCO CREMA
FORMULACIÓN C	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO CREMA	BLANCO CREMA
FORMULACIÓN D	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO	BLANCO CREMA	BLANCO CREMA

Fuente: Elaboración propia

#### ◆ Pegajosidad

Los resultados de la determinación de la pegajosidad de las formulaciones (A, B, C y D) obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.24**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN LOS**  
**PRIMEROS 3 MESES**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA</b>	<b>PRIMER MES</b>	<b>SEGUNDO MES</b>	<b>TERCER MES</b>
	<b>PEGAJOSIDAD</b>	<b>PEGAJOSIDAD</b>	<b>PEGAJOSIDAD</b>
	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
FORMULACIÓN A	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>
FORMULACIÓN B	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>
FORMULACIÓN C	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>
FORMULACIÓN D	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.25**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA EN LOS**  
**SIGUIENTES 3 MESES**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA</b>	<b>CUARTO MES</b>	<b>QUINTO MES</b>	<b>SEXTO MES</b>
	<b>PEGAJOSIDAD</b>	<b>PEGAJOSIDAD</b>	<b>PEGAJOSIDAD</b>
	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
FORMULACIÓN A	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>
FORMULACIÓN B	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>
FORMULACIÓN C	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>
FORMULACIÓN D	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>BUENA</b>

Fuente: Elaboración propia

◆ **Densidad**

Los resultados de la determinación de la densidad de las formulaciones (A, B, C y D) obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.26**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,0851 g/ml	1,0891 g/ml	1,0871 g/ml
FORMULACIÓN B	1,0713 g/ml	1,0732 g/ml	1,0723 g/ml
FORMULACIÓN C	1,0580 g/ml	1,0599 g/ml	1,0590 g/ml
FORMULACION D	1,0685 g/ml	1,0690 g/ml	1,0688 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.27**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,1040 g/ml	1,1070 g/ml	1,1055 g/ml
FORMULACIÓN B	1,0925 g/ml	1,0940 g/ml	1,0933 g/ml
FORMULACIÓN C	1,0790 g/ml	1,0810 g/ml	1,0800 g/ml
FORMULACION D	1,0893 g/ml	1,0913 g/ml	1,0903 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.28**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,1260 g/ml	1,1240 g/ml	1,1250 g/ml
FORMULACIÓN B	1,1145 g/ml	1,1175 g/ml	1,1160 g/ml
FORMULACIÓN C	1,1020 g/ml	1,1035 g/ml	1,1028 g/ml
FORMULACION D	1,1098 g/ml	1,1110 g/ml	1,1104 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 18°C - 19°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.29**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,1480 g/ml	1,1488 g/ml	1,1484 g/ml
FORMULACIÓN B	1,1365 g/ml	1,1395 g/ml	1,1380 g/ml
FORMULACIÓN C	1,1250 g/ml	1,1274 g/ml	1,1262 g/ml
FORMULACION D	1,1350 g/ml	1,1355 g/ml	1,1353 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.30**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,1720 g/ml	1,1735 g/ml	1,1728 g/ml
FORMULACIÓN B	1,1590 g/ml	1,1620 g/ml	1,1605 g/ml
FORMULACIÓN C	1,1479 g/ml	1,1501 g/ml	1,1490 g/ml
FORMULACION D	1,1574 g/ml	1,1578 g/ml	1,1576 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.31**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN DISPERSIÓN ACUOSA EN EL SEXTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	1,1925 g/ml	1,1935 g/ml	1,1930 g/ml
FORMULACIÓN B	1,1820 g/ml	1,1865 g/ml	1,1843 g/ml
FORMULACIÓN C	1,1718 g/ml	1,1735 g/ml	1,1727 g/ml
FORMULACION D	1,1810 g/ml	1,1815 g/ml	1,1813 g/ml

Rango de temperatura de las muestras evaluadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.32**  
**DENSIDAD SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**

	FORMULACIÓN A	FORMULACIÓN B	FORMULACIÓN C	FORMULACIÓN D
PRIMER MES	1,0871 g/ml	1,0723 g/ml	1,0590 g/ml	1,0688 g/ml
SEGUNDO MES	1,1055 g/ml	1,0933 g/ml	1,0800 g/ml	1,0903 g/ml
TERCER MES	1,1250 g/ml	1,1160 g/ml	1,1028 g/ml	1,1104 g/ml
CUARTO MES	1,1484 g/ml	1,1380 g/ml	1,1262 g/ml	1,1353 g/ml
QUINTO MES	1,1728 g/ml	1,1605 g/ml	1,1490 g/ml	1,1576 g/ml
SEXTO MES	1,1930 g/ml	1,1843 g/ml	1,1727 g/ml	1,1813 g/ml

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.7**  
**DENSIDAD SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

◆ PH

Los resultados de la determinación del PH de las formulaciones (A, B, C y D) obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.33**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	10,45	10,34	10,40
FORMULACIÓN B	9,54	9,61	9,58
FORMULACIÓN C	10,84	10,79	10,82
FORMULACION D	9,81	9,94	9,88

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.34**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	10,31	10,20	10,26
FORMULACIÓN B	9,45	9,42	9,44
FORMULACIÓN C	10,69	10,64	10,67
FORMULACION D	9,68	9,81	9,75

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia



**TABLA 5.35**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	10,16	10,06	10,11
FORMULACIÓN B	9,34	9,29	9,31
FORMULACIÓN C	10,54	10,49	10,52
FORMULACION D	9,55	9,68	9,62

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 18°C - 19°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.36**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	10,02	9,95	9,99
FORMULACIÓN B	9,21	9,17	9,19
FORMULACIÓN C	10,40	10,35	10,38
FORMULACION D	9,45	9,50	9,48

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.37**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	9,89	9,82	9,86
FORMULACIÓN B	9,09	9,06	9,08
FORMULACIÓN C	10,26	10,21	10,24
FORMULACION D	9,32	9,37	9,35

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.38**  
**PH DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**DISPERSIÓN ACUOSA EN EL SEXTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	9,74	9,67	9,71
FORMULACIÓN B	8,99	8,94	8,97
FORMULACIÓN C	10,12	10,07	10,10
FORMULACION D	9,20	9,24	9,22

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

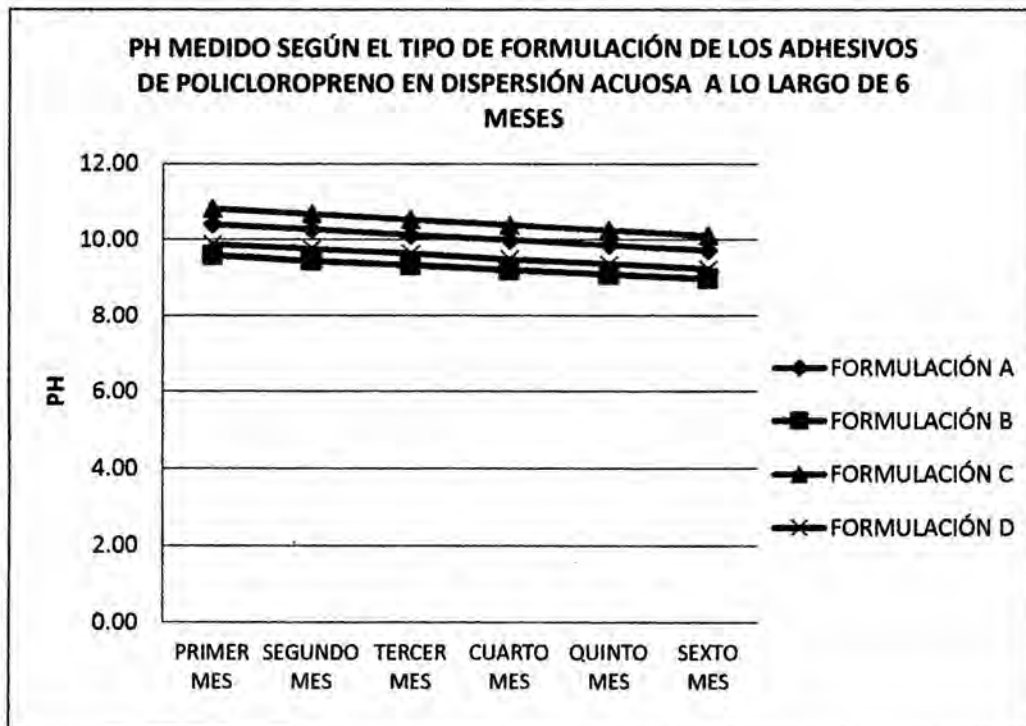
**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.39**  
**PH SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**

	FORMULACIÓN A	FORMULACIÓN B	FORMULACIÓN C	FORMULACIÓN D
PRIMER MES	10.40	9.58	10.82	9.88
SEGUNDO MES	10.26	9.44	10.67	9.75
TERCER MES	10.11	9.31	10.52	9.62
CUARTO MES	9.99	9.19	10.38	9.48
QUINTO MES	9.86	9.08	10.24	9.35
SEXTO MES	9.71	8.97	10.10	9.22

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.8**  
**PH SEGÚN EL TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA A LO LARGO DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

◆ **Contenido de Sólidos**

Los resultados de la determinación del contenido de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.40**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	19.01 %	19.05 %	19.03 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	21.08 %	19.05 %	20.92 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.41**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	19.94 %	19.98 %	19.96 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	22.01 %	21.66 %	21.84 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.42**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	20.79 %	20.82 %	20.81 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	22.94 %	22.58 %	22.76 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.43**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	21.91 %	22.01 %	21.96 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	23.86 %	23.49 %	23.68 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.44**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	22.79 %	22.86 %	22.83 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	25.25 %	25.05 %	25.15 %

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.45**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL SEXTO**  
**MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	23.80 %	23.82 %	23.81 %
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	26.01 %	26.29 %	26.15 %

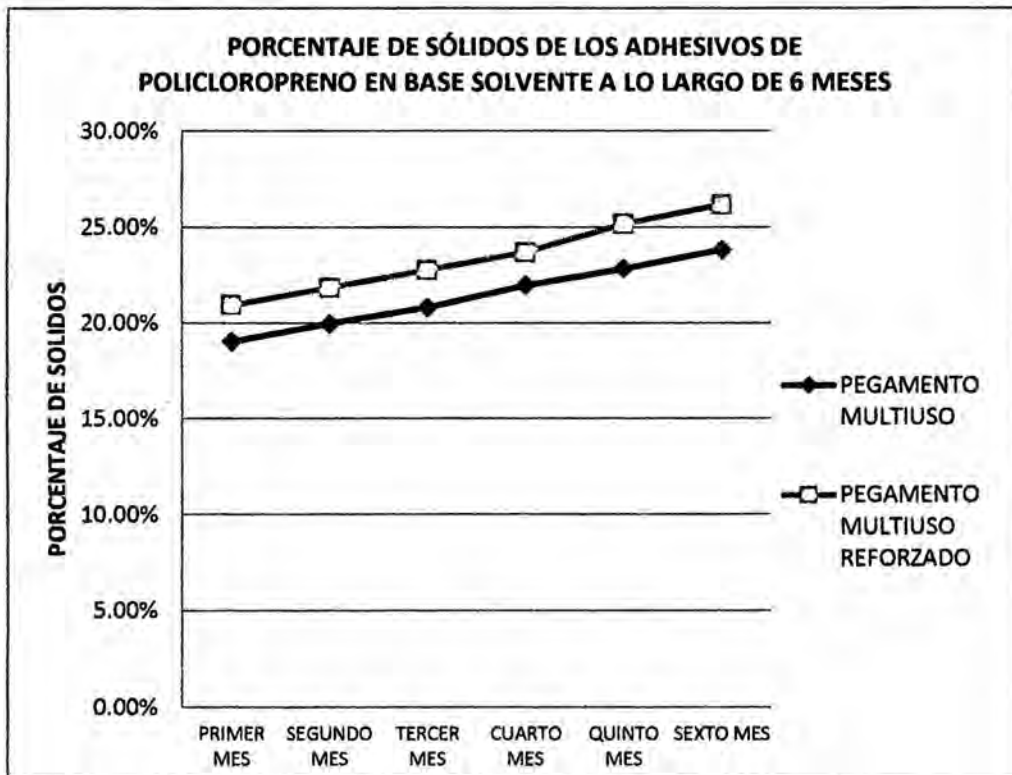
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.46**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**

	PEGAMENTO MULTIUSO	PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO
PRIMER MES	19.03 %	20.92%
SEGUNDO MES	19.96 %	21.84%
TERCER MES	20.81 %	22.76%
CUARTO MES	21.96 %	23.68%
QUINTO MES	22.83 %	25.15%
SEXTO MES	23.81 %	26.15%

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.9**  
**PORCENTAJE DE SÓLIDOS DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

◆ **Viscosidad**

Los resultados de la determinación de la viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.47**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	3334 cps	3290 cps	3312 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	3550 cps	3620 cps	3585 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.48**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	3480 cps	3460 cps	3470 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	3706 cps	3790 cps	3748 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia



**TABLA 5.49**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	3631 cps	3610 cps	3621 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	3880 cps	3940 cps	3910 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 18°C - 19°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.50**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	3790 cps	3762 cps	3776 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	4020 cps	4100 cps	4060 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.51**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL**  
**QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	4005 cps	3969 cps	3987 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	4280 cps	4330 cps	4305 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.52**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN EL SEXTO**  
**MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	SEXTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	4100 cps	4085 cps	4093 cps
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	4415 cps	4420 cps	4418 cps

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

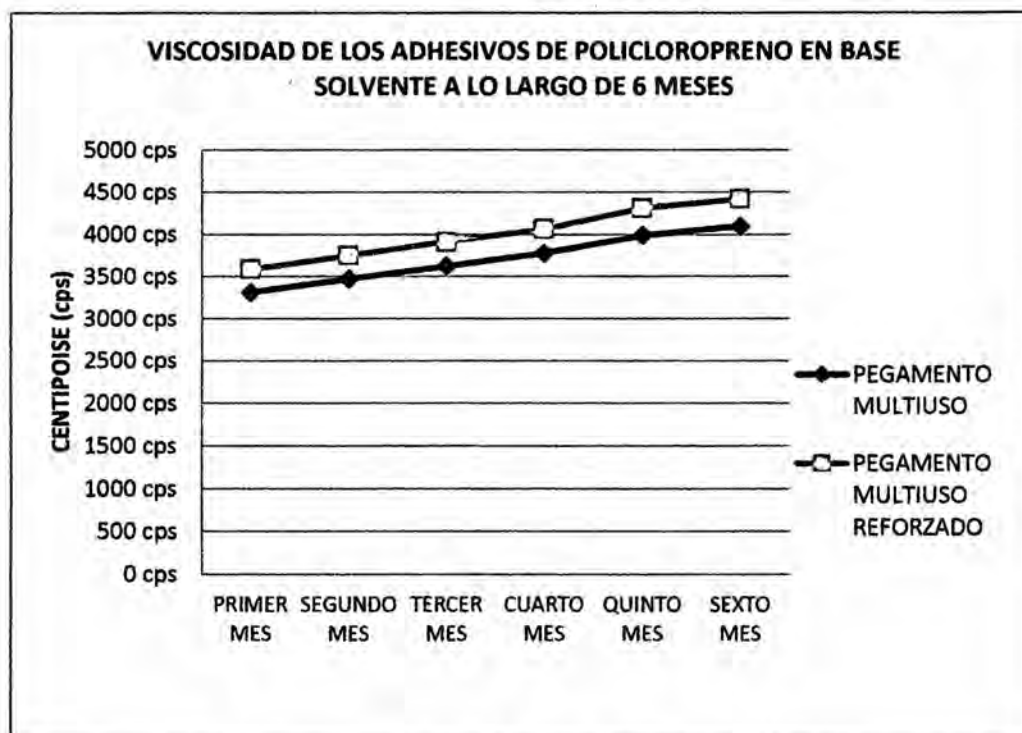
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.53**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**

	PEGAMENTO MULTIUSO	PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO
PRIMER MES	3312 cps	3585 cps
SEGUNDO MES	3470 cps	3748 cps
TERCER MES	3621 cps	3910 cps
CUARTO MES	3776 cps	4060 cps
QUINTO MES	3987 cps	4305 cps
SEXTO MES	4093 cps	4418 cps

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.10**  
**VISCOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

◆ **Color**

Los resultados de la determinación del color de los adhesivos de policloropreno en base solvente observados cada mes y a lo largo de 6 meses se detallan a continuación:

**TABLA 5.54**  
**COLOR DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN**  
**BASE SOLVENTE A LO LARGO DE 6 MESES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES	CUARTO MES	QUINTO MES	SEXTO MES
	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR
PEGAMENTO MULTIUSO	AMBAR	AMBAR	AMBAR	AMBAR OSCURO	AMBAR OSCURO	AMBAR OSCURO
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	AMBAR	AMBAR	AMBAR	AMBAR OSCURO	AMBAR OSCURO	AMBAR OSCURO

Fuente: Elaboración Propia

◆ **Pegajosidad**

Los resultados de la determinación de la pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.55**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE EN LOS**  
**PRIMEROS 3 MESES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
	PEGAJOSIDAD	PEGAJOSIDAD	PEGAJOSIDAD
	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
PEGAMENTO MULTIUSO	BUENA	BUENA	BUENA
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	BUENA	BUENA	BUENA

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.56**  
**PEGAJOSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSION ACUOSA EN LOS**  
**SIGUIENTES 3 MESES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSION ACUOSA	CUARTO MES	QUINTO MES	SEXTO MES
	PEGAJOSIDAD	PEGAJOSIDAD	PEGAJOSIDAD
	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
PEGAMENTO MULTIUSO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	BUENA	REGULAR	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

◆ **Densidad**

Los resultados de la determinación de la densidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente obtenidos cada mes y a lo largo de 6 meses, se detallan a continuación:

**TABLA 5.57**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL PRIMER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	PRIMER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	0.8281 g/ml	0.8283 g/ml	0.8282 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	0.8460 g/ml	0.8462 g/ml	0.8461 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.58**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL SEGUNDO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	SEGUNDO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	0.8686 g/ml	0.8688 g/ml	0.8687 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	0.8832 g/ml	0.8835 g/ml	0.8834 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.59**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL TERCER MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	TERCER MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	0.9097 g/ml	0.9101 g/ml	0.9099 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	0.9204 g/ml	0.9209 g/ml	0.9207 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 18°C - 19°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.60**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL CUARTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	0.9482 g/ml	0.9479 g/ml	0.9481 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	0.9579 g/ml	0.9582 g/ml	0.9581 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 5.61**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL QUINTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	QUINTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	1.0120 g/ml	1.0080 g/ml	1.0100 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	1.0210 g/ml	1.0290 g/ml	1.0250 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.62**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE EN EL SEXTO MES**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	CUARTO MES		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	1.0310 g/ml	1.0330 g/ml	1.0320 g/ml
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	1.0490 g/ml	1.0584 g/ml	1.0537 g/ml

Rango de temperatura de las muestras, determinadas en el laboratorio:  
 19°C - 20°C.

Fuente: Elaboración propia

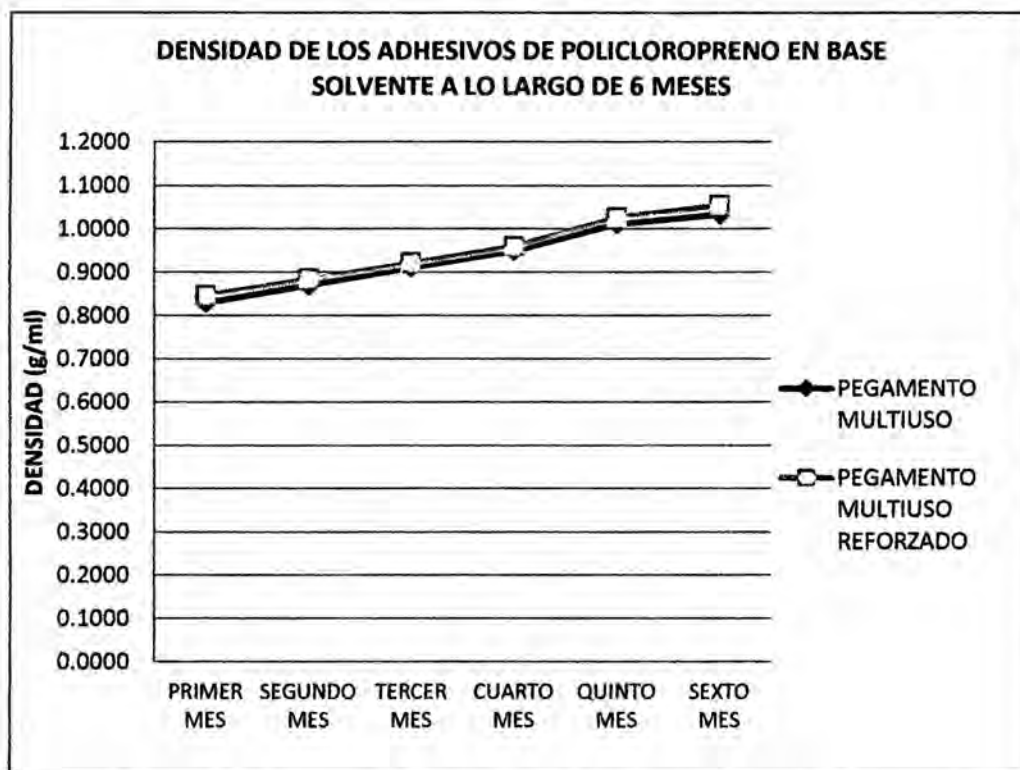
**TABLA 5.63**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**

	PEGAMENTO MULTIUSO	PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO
PRIMER MES	0.8282 g/ml	0.8461 g/ml
SEGUNDO MES	0.8687 g/ml	0.8834 g/ml
TERCER MES	0.9099 g/ml	0.9207 g/ml
CUARTO MES	0.9481 g/ml	0.9581 g/ml
QUINTO MES	1.0100 g/ml	1.0250 g/ml
SEXTO MES	1.0320 g/ml	1.0537 g/ml

Fuente: Elaboración propia



**GRÁFICO 5.11**  
**DENSIDAD DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE A LO LARGO**  
**DE 6 MESES**



Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Resultados de la determinación de las propiedades mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente

- **Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación de la resistencia a la cizalla por tracción según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

**TABLA 5.64**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN A)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN A)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCION (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	60000	7000	8.57
PROBETA 2	58000	7000	8.29
PROBETA 3	56500	7000	8.07
PROBETA 4	56300	7000	8.04

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.65**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN B)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN B)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCION (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	54000	7000	7.71
PROBETA 2	55600	7000	7.94
PROBETA 3	57400	7000	8.20
PROBETA 4	53300	7000	7.61

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.66**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN C)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN C)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCION (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	87600	7000	12.51
PROBETA 2	90000	7000	12.86
PROBETA 3	81000	7000	11.57
PROBETA 4	87500	7000	12.50

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.67**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSION**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN D)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN D)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCION (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	61000	7000	8.71
PROBETA 2	62000	7000	8.86
PROBETA 3	63400	7000	9.06
PROBETA 4	60400	7000	8.63

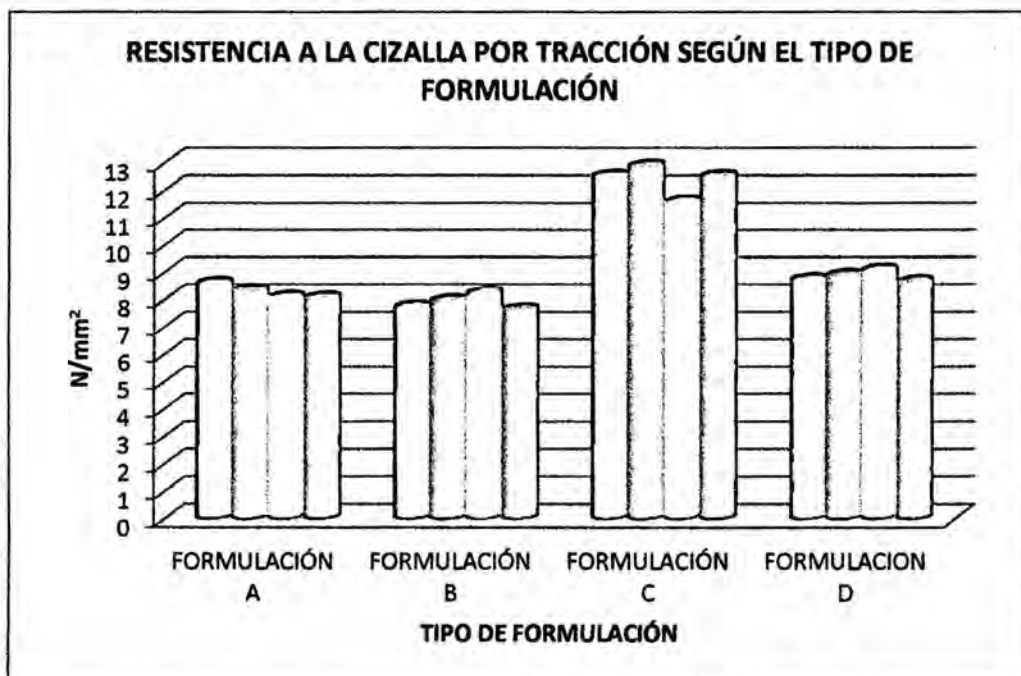
Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.68**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN SEGÚN EL**  
**TIPO DE FORMULACION DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA	RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN (N/mm <sup>2</sup> )				
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	PROMEDIO
FORMULACIÓN A	8.57	8.29	8.07	8.04	8.24
FORMULACIÓN B	7.71	7.94	8.20	7.61	7.87
FORMULACIÓN C	12.51	12.86	11.57	12.50	12.36
FORMULACION D	8.71	8.86	9.06	8.63	8.82

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.12**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN SEGÚN EL**  
**TIPO DE FORMULACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación de la resistencia a la cizalla por tracción para los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

**TABLA 5.69**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	48100	7000	6.87
PROBETA 2	48300	7000	6.90
PROBETA 3	47900	7000	6.84
PROBETA 4	48900	7000	6.99

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.70**  
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>AREA DE CIZALLA (mm x mm)</b>	<b>RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN (N/mm<sup>2</sup>)</b>
PROBETA 1	43400	7000	6.20
PROBETA 2	42300	7000	6.04
PROBETA 3	43900	7000	6.27
PROBETA 4	43500	7000	6.21

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 5.71**

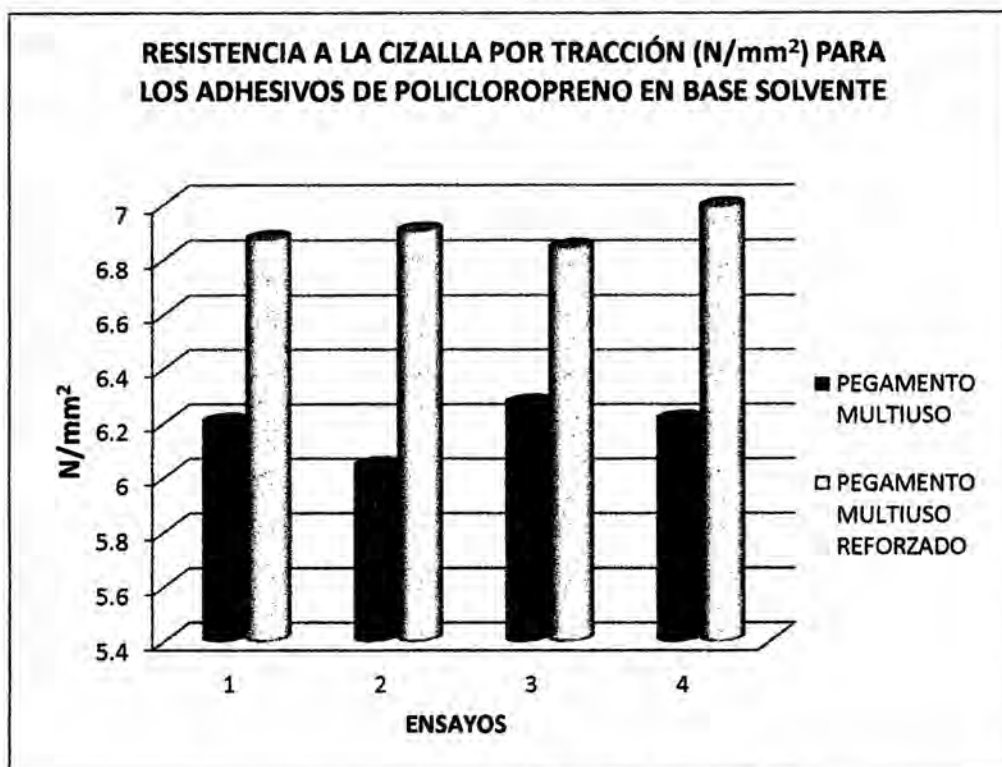
**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN (N/mm <sup>2</sup> )				
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	PROMEDIO
PEGAMENTO MULTIUSO	6.20	6.04	6.27	6.21	6.18
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	6.87	6.90	6.84	6.99	6.90

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.13**

**RESISTENCIA A LA CIZALLA POR TRACCIÓN PARA LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**



Fuente: Elaboración propia.

- **Determinación de la resistencia al pelado**

- **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación de la resistencia al pelado en T a 180° según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

**TABLA 5.72**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN A)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN A)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	81	30	2.70
PROBETA 2	84	30	2.80
PROBETA 3	80	30	2.67
PROBETA 4	79	30	2.63
PROBETA 5	81.5	30	2.72

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.73**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN B)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN B)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	78.5	30	2.62
PROBETA 2	77	30	2.57
PROBETA 3	76	30	2.53
PROBETA 4	79	30	2.63
PROBETA 5	79	30	2.63

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.74**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN C)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN C)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	90	30	3.00
PROBETA 2	95.5	30	3.18
PROBETA 3	96	30	3.20
PROBETA 4	92	30	3.07
PROBETA 5	98	30	3.27

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

**Fuente:** Elaboración propia



**TABLA 5.75**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN D)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA (FORMULACIÓN D)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	90	30	3.00
PROBETA 2	89	30	2.97
PROBETA 3	91	30	3.03
PROBETA 4	92	30	3.07
PROBETA 5	88.5	30	2.95

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

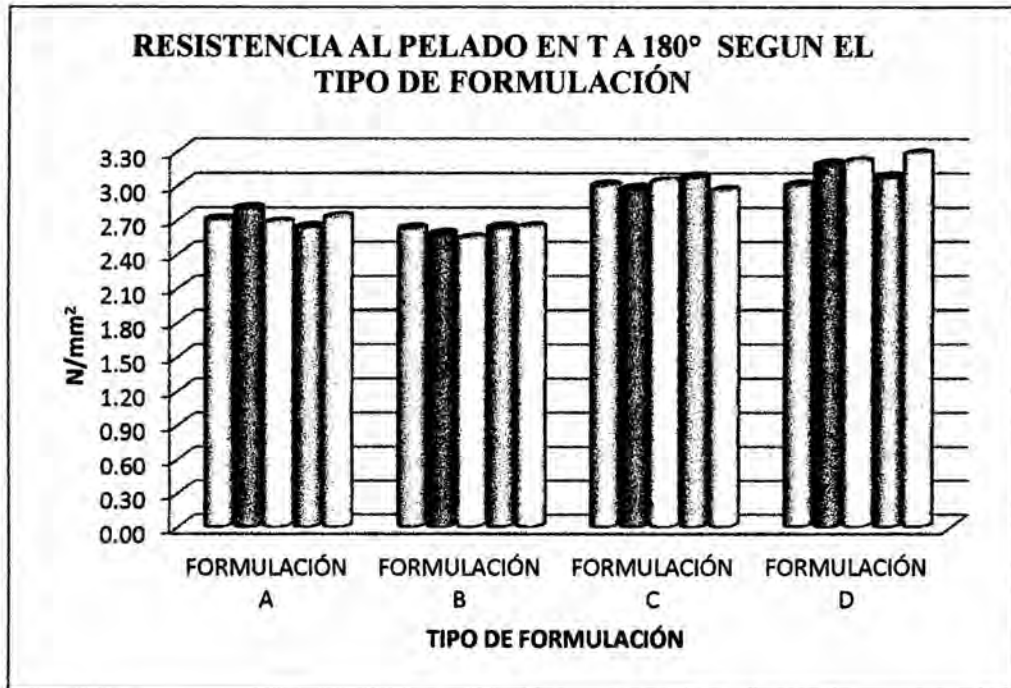
**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.76**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° SEGÚN TIPO DE**  
**FORMULACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>					
	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>	<b>ENSAYO 3</b>	<b>ENSAYO 4</b>	<b>ENSAYO 5</b>	<b>PROMEDIO</b>
FORMULACIÓN A	2.70	2.8	2.67	2.63	2.72	2.70
FORMULACIÓN B	2.62	2.57	2.53	2.63	2.63	2.60
FORMULACIÓN C	3.00	2.97	3.03	3.07	2.95	3.01
FORMULACION D	3.00	3.18	3.2	3.07	3.27	3.14

**Fuente:** Elaboración propia

**GRÁFICO 5.14**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° ° SEGÚN EL TIPO**  
**DE FORMULACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE**  
**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

Los resultados de la determinación de la resistencia al pelado en T a 180° para los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

**TABLA 5.77**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	61.5	30	2.05
PROBETA 2	59.5	30	1.98
PROBETA 3	60.1	30	2.00
PROBETA 4	58.4	30	1.95
PROBETA 5	57.9	30	1.93

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.78**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA EL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)</b>			
<b>NUMERO DE PROBETA</b>	<b>FUERZA (N)</b>	<b>ANCHO DE PROBETA (mm)</b>	<b>RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° (N/mm)</b>
PROBETA 1	66.5	30	2.22
PROBETA 2	69.5	30	2.32
PROBETA 3	69.5	30	2.32
PROBETA 4	70.5	30	2.35
PROBETA 5	69	30	2.30

Todas las probetas al ser sometidas a la prueba de resistencia al pelado en T a 180° presentaron rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable (Tipo de fallo: Exfoliación superficial del material flexible).

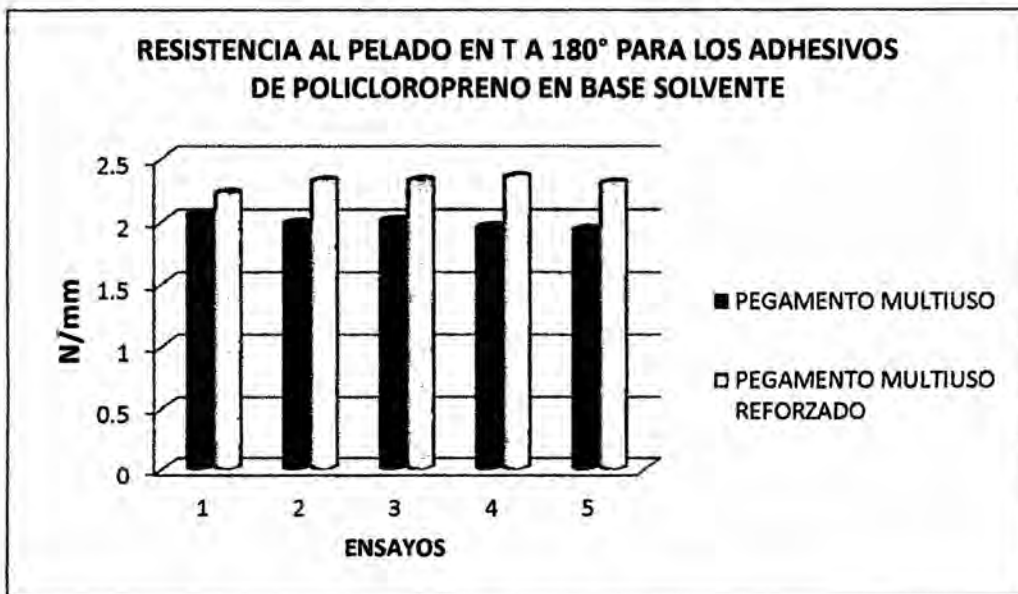
**Fuente:** Elaboración propia.

**TABLA 5.79**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE	RESISTENCIA AL PELADO (N/mm)					PROMEDIO
	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5	
PEGAMENTO MULTIUSO	2.05	1.98	2.00	1.95	1.93	1.98
PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO	2.22	2.32	2.32	2.35	2.30	2.30

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 5.15**  
**RESISTENCIA AL PELADO EN T A 180° PARA LOS**  
**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**



Fuente: Elaboración propia

**5.3 Resultados de la determinación del contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.**

- **Determinación del contenido de COV's mediante Cromatografía de Gases**

➤ **Adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa**

Los resultados de la determinación del contenido de COV's mediante cromatografía de gases según el tipo de formulación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, fueron los siguientes:

**TABLA 5.80**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN A)**

<b>FORMULACIÓN A</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>% EN PESO</b>	<b>CANTIDAD (ppm)</b>
Tolueno.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Hexano.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Acetato de etilo.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Tricloroetileno	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Xilenos.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.81**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN B)**

<b>FORMULACIÓN B</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>% EN PESO</b>	<b>CANTIDAD (ppm)</b>
Tolueno.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Hexano.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Acetato de etilo.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Tricloroetileno	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Xilenos	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.82**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN C)**

<b>FORMULACIÓN C</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>% EN PESO</b>	<b>CANTIDAD (ppm)</b>
Tolueno.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Hexano.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Acetato de etilo.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Tricloroetileno	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Xilenos	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.83**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN**  
**ACUOSA (FORMULACIÓN D)**

<b>FORMULACIÓN D</b>		
<b>ANALITO</b>	<b>% EN PESO</b>	<b>CANTIDAD (ppm)</b>
Tolueno.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Hexano.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Acetato de etilo.	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Tricloroetileno	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>
Xilenos	<b>TRAZA</b>	<b>TRAZA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

➤ **Adhesivos de policloropreno en base solvente**

El resultado de la determinación del contenido COV's con respecto a su formulación para los adhesivos de policloropreno en base solvente, fueron los siguientes:

**TABLA 5.84**  
**FORMULACION DEL ADHESIVO DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO) EN**  
**GRAMOS**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO)</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>GRAMOS</b>
Tolueno	1333.65
Hexano	1029.00
Acetato de etilo	24.68
Tricloroetileno	41.17
Óxido de Zinc	2.47
Oxido de Magnesio	7.20
Resina de petróleo	37.05
FRJ-551	41.16
HRJ-1367	47.34
Caucho de policloropreno	436.30
<b>TOTAL</b>	<b>3000.01</b>

Densidad del adhesivo: 0.8283 g/ml (19°C ± 1°C)

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.85**  
**DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DETERMINACIÓN DE**  
**COV's DEL ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE**  
**SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO)**

REQUERIMIENTO	DATO
Volumen del depósito (Caja de Vidrio)	0.55 m <sup>3</sup>
Muestra base del adhesivo	10.12 gramos
Gramos de Tolueno en la formulación	1333.65 <i>gramos</i>
Gramos de Xilenos en la formulación	0
Gramos de Hexanos en la formulación	1029.00 gramos
Gramos de Acetato de Etilo en la formulación	24.68 gramos
Gramos de Tricloroetileno en la formulación	41.17 gramos
Total de gramos en la formulación del adhesivo	3000.01 gramos

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.86**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO)**

ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO)	
COV's	CANTIDAD (mg/m <sup>3</sup> )
Tolueno	8179.69
Xilenos	0
Hexano	6311.18
Acetato de etilo	151.37
Tricloroetileno	252.51

**Fuente:** Elaboración propia



**TABLA 5.87**  
**FORMULACIÓN DEL ADHESIVO DE POLICLOROPRENO**  
**EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO**  
**REFORZADO) EN GRAMOS**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>GRAMOS</b>
Tolueno	1302.06
Hexano	1000.01
Acetato de etilo	45.86
Tricloroetileno	45.86
Oxido de Zinc	5.42
Oxido de Magnesio	13.33
Resina de petróleo	41.67
FRJ-551	45.83
HRJ-1367	45.83
Caucho de policloropreno	454.17
<b>TOTAL</b>	<b>3000.04</b>

Densidad del adhesivo: 0.8461 g/ml (19°C ± 1°C)

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.88**  
**DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DETERMINACIÓN DE**  
**COV's DEL ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE**  
**SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)**

<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>DATO</b>
Volumen del depósito (Caja de Vidrio)	0.55 m <sup>3</sup>
Muestra base del adhesivo	10.24 gramos
Gramos de Tolueno en la Formulación	1302.06 gramos
Gramos de Xilenos en la Formulación	0
Gramos de Hexanos en la Formulación	1000.01 gramos
Gramos de Acetato de Etilo en la Formulación	45.86 gramos
Gramos de Tricloroetileno en la Formulación	45.86 gramos
Total de gramos en la formulación del adhesivo	3000.04 gramos

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 5.89**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE COV's DEL**  
**ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**  
**(PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)**

<b>ADHESIVO DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE (PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO)</b>	
<b>COV's</b>	<b>CANTIDAD (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Tolueno	<b>8080.56</b>
Xilenos	<b>0</b>
Hexano	<b>6206.04</b>
Acetato de etilo	<b>284.61</b>
Tricloroetileno	<b>284.61</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1 Contratación de las hipótesis con los resultados

##### a. Contratación de la hipótesis general con los resultados

✓ Las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa poseen mayores ventajas comparadas con los adhesivos de policloropreno en base solvente, además de presentar menores perjuicios al medio ambiente.

\* En efecto, los resultados obtenidos de la determinación de las propiedades físico-químicas, propiedades mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa confirman la hipótesis planteada, pues estos adhesivos poseen mayores ventajas en comparación de las propiedades determinadas en los adhesivos de policloropreno en base solvente, además de presentar cantidades sumamente pequeñas e imperceptibles de COV's en su composición por ende su impacto y perjuicio al medio ambiente es menor que los adhesivos de policloropreno los cuales si contienen cantidades importantes de COV's.

#### **b. Contratación de las hipótesis específicas con los resultados**

✓ Las propiedades fisicoquímicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa de policloropreno permiten comparar las ventajas que poseen este tipo de adhesivos con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente.

\* En efecto, los resultados obtenidos de la determinación de las propiedades físico químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa permiten comparar las ventajas que poseen este tipo de adhesivos con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente, a continuación se describen estos resultados:

◆ En el caso de la determinación del contenido de sólidos según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron un porcentaje de sólidos en promedio de 55.40%, 54.60%, 53.50% y 54.40% respectivamente (tabla 5.1) comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron un porcentaje de sólidos en promedio de 19.04% y 20.97 % respectivamente (tabla 5.2), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen un mayor porcentaje de

sólidos, lo cual conlleva a un mayor rendimiento de estos adhesivos.

- ◆ En el caso de la determinación de la viscosidad según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron una viscosidad en promedio de 543 cps, 2027 cps, 407 cps y 1650 cps respectivamente (tabla 5.3) comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron una viscosidad en promedio de 3346 cps y 3563 cps respectivamente (tabla 5.4), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen bajas viscosidades, lo cual conlleva una fácil manipulación y desplazamiento en los sustratos al aplicarles estos adhesivos.
- ◆ En el caso de la determinación del color según el tipo de formulación (A, B, C y D) se observó que estos presentaban un color blanco mientras que los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) presentaron un color ámbar.

- ◆ En el caso de la determinación de la pegajosidad según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron una pegajosidad con calificativo excelente respectivamente (tabla 5.7) comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron una pegajosidad con calificativo buena (tabla 5.8), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen una pegajosidad excelente, es decir una mayor adhesión instantánea.
  
- ◆ En el caso de la determinación del envejecimiento según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron un cambio progresivo lento en su contenido de sólidos (tabla 5.15; gráfico 5.5), viscosidad (tabla 5.22; Gráfico 5.6), color (tabla 5.23), pegajosidad (tabla 5.24, tabla 5.25), densidad (tabla 5.32; gráfico 5.7) y PH (tabla 5.39; gráfico 5.8) a lo largo de 6 meses comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron un cambio progresivo rápido y más variable en su contenido de sólidos (tabla 5.46, gráfico 5.9), viscosidad (tabla 5.53; gráfico 5.10), color (tabla 5.54), pegajosidad (tabla 5.55,

tabla 5.56) y densidad (tabla 5.63; gráfico 5.11), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen un mayor tiempo de vida útil.

- ◆ En el caso de la determinación de la resistencia a la cizalla por tracción según el tipo de formulación realizada (A, B, C, D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron valores en promedio de 8.24 N/mm<sup>2</sup>, 7.87 N/mm<sup>2</sup>, 12.36 N/mm<sup>2</sup> y 8.82 N/mm<sup>2</sup> respectivamente (tabla 5.68; gráfico 5.12) comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron un valor en promedio de 6.18 N/mm<sup>2</sup> y 6.90 N/mm<sup>2</sup> respectivamente (tabla 5.71; gráfico 5.13), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen una mayor resistencia en este tipo de prueba, destacando a la formulación C con un valor muy superior a los demás.
- ◆ En el caso de la determinación de la resistencia al pelado en T a 180° según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa tuvieron valores en promedio de 2.70 N/mm, 2.60 N/mm<sup>2</sup>, 3.01 N/mm<sup>2</sup> y 3.14 N/mm<sup>2</sup> respectivamente (tabla 5.76; gráfico 5.14) comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento

Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) que obtuvieron un valor en promedio de 1.98 N/mm y 2.30 N/mm respectivamente (tabla 5.79; gráfico 5.15), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen una mayor resistencia en este tipo de prueba, destacando a la formulación D con un valor por encima de los demás.

✓ Las propiedades físico-químicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en base solvente son significativas para mostrar las desventajas y su posterior sustitución de estos pegamentos en comparación con los adhesivos en dispersión acuosa de policloropreno.

\* En efecto, los resultados obtenidos de la determinación de las propiedades físico químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente son significativos para mostrar las desventajas y su posterior sustitución de este tipo de adhesivos con respecto a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, a continuación se describen en forma general estos resultados:

◆ En el caso de la determinación del contenido de sólidos de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los



adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se demuestra un menor contenido de sólidos de estos adhesivos lo cual conlleva a un menor rendimiento.

- ◆ En el caso de la determinación de la viscosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se demuestra una alta viscosidad de estos adhesivos lo cual conlleva un desplazamiento más dificultoso en los sustratos al aplicarles estos pegamentos.
  
- ◆ En el caso de la determinación del color de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) se observó que estos presentaban un color ámbar característica común en estos adhesivos a diferencia de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa los cuales son de color blanco.
  
- ◆ En el caso de la determinación de la pegajosidad de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los resultados obtenidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión

acuosa, se demuestra una adherencia instantánea menor de estos adhesivos.

- ◆ En el caso de la determinación de envejecimiento de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los resultados obtenidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se demuestra un tiempo de vida útil menor y no tan prolongado de estos adhesivos.
  
- ◆ En el caso de la resistencia a la cizalla por tracción de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los resultados obtenidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se demuestra una resistencia menor de los pegamentos de policloropreno en base solvente en este tipo de prueba, en el cual se utiliza a la madera como sustrato a unir.
  
- ◆ En el caso de la determinación de la resistencia al pelado en T a 180° de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) comparados con los resultados obtenidos de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa, se demuestra una menor

resistencia de los pegamentos de policloropreno en base solvente en este tipo de prueba, en el cual se utiliza al cuero como sustrato a unir.

- ◆ El envejecimiento, resistencia a la cizalla por tracción y la resistencia al pelado son propiedades importantes para la sustitución de un adhesivo, por tanto lo determinado en estas pruebas para los adhesivos de policloropreno en base solvente hacen posible la sustitución de estos pegamentos por las formulaciones (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.
- ✓ La emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos en dispersión acuosa de policloropreno son despreciables en comparación con los adhesivos de policloropreno en base solvente.
- \* Los resultados obtenidos de la determinación del contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente presentaron cantidades despreciables de COV's a diferencia de los otros pegamentos con cantidades importantes. Es por lo tanto que la emisión de COV's de los pegamentos de policloropreno en

dispersión acuosa sobre el medio ambiente son despreciables, a continuación se describen estos resultados:

- ◆ En el caso de la determinación del contenido de COV's según el tipo de formulación realizada (A, B, C y D) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa analizando el tolueno, hexano, acetato de etilo, tricloroetileno, xilenos en cada uno de estos adhesivos se obtuvieron trazas para la unidad de medida de ppm (tabla 5.80, tabla 5.81, tabla 5.82, tabla 5.83) comparados con los resultados de los adhesivos de policloropreno en base solvente que presentaron valores de 8179.69 mg/m<sup>3</sup> de tolueno, 0 mg/m<sup>3</sup> de xilenos, 6311.18 mg/m<sup>3</sup> de hexano, 151.37 mg/m<sup>3</sup> de acetato de etilo, 252.51 mg/m<sup>3</sup> de tricloroetileno para el Pegamento Multiuso (tabla 5.86) y 8080.56 mg/m<sup>3</sup> de tolueno, 0 mg/m<sup>3</sup> de xilenos, 6206.04 mg/m<sup>3</sup> de hexano, 284.61 mg/m<sup>3</sup> de acetato de etilo, 284.61 mg/m<sup>3</sup> de tricloroetileno para el Pegamento Multiuso Reforzado (tabla 5.89), demostrando así que los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos tienen en su composición cantidades prácticamente imperceptibles de COV's y por el contrario en los adhesivos de policloropreno en base solvente se encontraron cantidades considerables.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES

1. Las propiedades físico-químicas, mecánicas y medioambientales determinadas en los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa demostraron ventajas con respecto a sus homólogos en base solvente. Estas se manifiestan en un mayor contenido de sólidos y pegajosidad, una menor viscosidad, un envejecimiento más lento, diferente aspecto en el color, una mayor resistencia a la cizalla por tracción, resistencia al pelado y cantidades despreciables de COV's.
2. La determinación de las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (formulación "A, B, C, D") presentaron cantidades considerables de contenido de sólidos (55.40, 54.60, 53.50 y 54.40 %, respectivamente), viscosidades bajas (543, 2027, 407 y 1650 cps, respectivamente), color de los adhesivos blanco, pegajosidades con calificativo excelente, envejecimiento lento, resistencia a la cizalla por tracción (8.24, 7.87, 12.36 y 8.82 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente) en la unión de maderas destacando la formulación C con un valor muy superior a los demás para este tipo de prueba y resistencia al pelado (2.70 , 2.60 , 3.01 y 3.14 N/mm, respectivamente) en la unión de cueros destacando la formulación D con un valor muy superior a los demás para este tipo de prueba.

3. La determinación de las propiedades fisico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso y Pegamento Multiuso Reforzado) presentaron un contenido relativamente bajo de sólidos (19.04% y 20.97 % respectivamente), viscosidades altas (3346 y 3563 cps, respectivamente), color de los adhesivos ámbar, pegajosidades con calificativo bueno, envejecimiento rápido y variable, resistencia a la cizalla por tracción (6.18 y 6.90 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente) en la unión de maderas y resistencia al pelado (1.98 y 2.30 N/mm respectivamente) en la unión de cueros. En las pruebas de resistencia a la cizalla por tracción y al pelado, el pegamento multiuso reforzado fue superior al pegamento multiuso.

4. La presencia de COV's (tolueno, hexano, xilenos, acetato de etilo y tricloroetileno) en cantidades despreciables (trazas en ppm, respectivamente) de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A, Formulación B, Formulación C, Formulación D) indican que la emisión de COV's de estos pegamentos sobre el medioambiente son despreciables y por lo tanto no existen efectos de esta a diferencia de la presencia de COV's (tolueno, hexano, acetato de etilo y tricloroetileno) en cantidades considerables (8179.69 mg/m<sup>3</sup>, 6311.18 mg/m<sup>3</sup>, 151.37 mg/m<sup>3</sup>, 252.51 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente para el Pegamento Multiuso y 8080.56 mg/m<sup>3</sup>, 6206.04 mg/m<sup>3</sup>, 284.61 mg/m<sup>3</sup>, 284.61 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente para el Pegamento Multiuso Reforzado) de los adhesivos de policloropreno en base solvente y la

producción en mayor escala de estos adhesivos producen la emisión de COV's sobre el medio ambiente desencadenando diversos efectos a partir de esta.

## **CAPÍTULO VIII**

### **RECOMENDACIONES**

- a) Realizar mayores estudios sobre las repercusiones sobre el medioambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.
- b) Determinar mayores formas de uso de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa fabricados.
- c) Comparar los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa producidos con los adhesivos de policloropreno en base solvente de otras empresas ya que para esta investigación estos pegamentos fueron solamente contrastados con los de la empresa KLE IMPORT S.A.C.



## CAPÍTULO IX

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR Joana, BORIN Alessandra, POPPI Ronei J. **Determination of viscosity and solids in pressure-sensitive adhesives by FTIR-ATR and multivariate calibration.** *Journal of the Brazilian Chemical Society*. Vol. 3. (3): 437.2010.
2. ARCHILA ORTIZ Gustavo Adolfo. **Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos.** Tesis de Grado. Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. 2007
3. ASTM International. **ASTM D1489-97 Standard test Method for Nonvolatile Content of Aqueous Adhesive.** Disponible en: <ftp://122.3.199.38/rootpath/john/My%20Documents/REFERENCES/ASTM/D/D%201489.PDF>. Consultado el 05 de Abril del 2014.
4. ASTM International. **ASTM D1084-97 Standard Test Methods for Viscosity of Adhesives.** Disponible en: [http://news.cnfrp.net/file\\_dir/2013-01/20130104112752.pdf](http://news.cnfrp.net/file_dir/2013-01/20130104112752.pdf). Consultado el 06 de Abril del 2014.
5. ASTM International. **ASTM D4758-92(1998) Standard Test Method for Nonvolatile Content of Latexes (Withdrawn 2007).** Consultado el 03 de abril del 2014. <http://www.astm.org/Standards/D4758.htm>.
6. ASTM International. **ASTM – ISO 2555.** Disponible en: <http://www.pce-iberica.es/hoja-datos/hoja-datos-viscosimetro-digital-rm-100p-ms-astm-iso2555-1-7.pdf>. Consultado el 10 de Abril del 2014.

7. ATKINSON Roger. **Atmospheric chemistry of VOCs and NOx.**  
*Atmospheric Environment* . USA. Editorial Elsevier Ltd. Vol. 34 (12-14):  
2063–2101. March. 2000.
8. BAYER. **Baypren.** Adhesivos. Boletín Técnico. Nº1.6. 1970.
9. COLLINS Arnold and LARSON Louis. **Coated material and method of making same.** U.S., 1 967 863 (Cl.427/321;C14C9/00), 24 Jul 1934. Appl. 572 727, 2 Nov. 1931.
10. CHOUANIÈRE Dominique, WILD Pascal, FONTANA Jean-Marc, HÉRY Michel, FOURNIER Maryvonne, BAUDIN Vincent, SUBRA Isabelle, ROUSSELLE Dominique, TOAMAIN Jean-Paul, SAURIN Sylvie, ARDIOT Marie Rosse. **Neurobehavioral disturbances arising from Occupational toluene Exposure.** *American Journal of industrial medicine.* Vol. 41 (2): 77-88. February. 2002.
11. DE BRUYNE NORMAN ADRIAN, HOUWINK ROELOF. **Adhesion and Adhesives.** New York. Editorial Hertogenbosch's. Edición Primera. 1951.
12. DERWENT R. **Sources, Distributions and Fates of VOCs in the Atmosphere.** *Volatile Organic Compounds in the Atmosphere.* UK. Editorial The Royal Society of Chemistry. Vol. 4. 1995.
13. EBNESAJJAD, S. **Adhesives technology handbook.** Norwich, NY. Editorial William Andrew Inc. Edition Second. 2008.

14. ESPAÑA GINER José. **Investigación de los mecanismos de modificación superficial en ionómeros mediante la utilización de tecnologías de plasma atmosférico.** Valencia. Universitat Politècnica de València. 2013.
15. FERRANDIZ GOMEZ, Teresa. **Adición de resinas de hidrocarburos a adhesivos de policloropreno.** Tesis Doctoral. Alicante. Universidad de Alicante. 2005.
16. GUO H, WANG T, SIMPSON I. J, BLAKE D. R, YU X. M, KWOK Y. H, LI Y. S. **Source contributions to ambient VOCs and CO at a rural site in eastern China.** *Atmospheric Environment.* Vol. 38 (27): 4551-4560. Septiembre. 2004.
17. HANSEN Johnni, SALLMÉN Markku , SELDÉN Anders I. , ANTTILA Ahti, PUKKALA Eero, ANDERSSON Kjell , BRYNGELSSON Ing-Liss , RAASCHOU-NIELSEN Ole, OLSEN Jorgen H. , MCLAUGHLIN Joseph K. **Risk of Cancer Among Workers Exposed to Trichloroethylene: Analysis of Three Nordic Cohort Studies.** Disponible en: <http://jnci.oxfordjournals.org/content/105/12/869.long>.
18. HOUWINK R., G. SALOMON. **Adherencia y Adhesivos.** Bilbao. Volumen I. Editorial URMO. 1973
19. INNOVACION Y CUALIFICACION S.L, TARGET ASESORES S.L. **Experto en gestión medioambiental.** España. Editorial IC. Primera Edición. 2014.

20. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. **NTP164: Colas y Adhesivos. Tipos y riesgos higiénicos,** *en Notas Técnicas de Prevención.* España. Editorial CTAIMA. Serie 5. 1986.
21. KRAMER Fernando. **Educación Ambiental para el desarrollo sostenible.** Editorial Catarata. Primera Edición. 2008.
22. KRUPA S. V, MANNING W. J. **Atmospheric ozone: Formation and effects on vegetation.** *Journal: Environmental Pollution.* Vol. 50 (1-2): 101-137. 1988.
23. L.H. Lee. **Adhesion Science and Technology.** Nueva York. Vol. 9A. Editorial Plenum Press. 1975.
24. LIESA Francisco, BILURBINA Luis. **Adhesivos Industriales.** España. Editorial Marcombo S.A. Primera Edición. 1990.
25. LYONS, D.F. & CHRISTELL, L.A. **Formulating with PCP latex.** *Adhesives & Sealants Industry.* Vol. 4. (9):28. January 1998.
26. MAYNARD J. T. And MOCHEL W. E. **The structure of neoprene. VIII. Effect of polymerization temperature on polymer properties.** *Journal of Polymer Science.* Vol. 18. (88). October 1955.
27. MC BRAIN J.W, HOPKINS D. G. **On Adhesives and Adhesive Action.** *The Journal of Physical Chemistry.* Vol. 29 (2):188-204. 1925.

28. MUSCH Rúdriger, PANSKUS Knut, SCHILDAN Norbet. **Adhesive composition based on polychloroprene dispersions.** U.S., 6 767 947 (Cl. 524/273:C08L 93/04), 29 Aug 2002. Appl. 954 767, 14 Sep. 2001. 6p.
29. NAVARRO Jose Martin, GÓMEZ NAVARRO Tomás, entre otros. **Elementos amovibles y Fijos no estructurales Fijos.** España. Ediciones Paraninfo S.A. Segunda Edición. 2010.
30. P. R. Johnson. **Polychloroprene Rubber.** *Rubber Chemistry and Technology.* Vol. 49. (3): 650-702. July 1976.
31. PACKHAM D.E. **Handbook of Adhesion.** England. Editorial Jhon Wiley & Sons Inc. Edicion Second. 2005.
32. RODRIGUEZ MONTES Julían, CASTRO MARTINEZ Lucas, DEL REAL ROMERO Juan Carlos. **Proceso Industriales para materiales no metálicos.** Madrid. Editorial Visión Net. Segunda Edición. 2006.
33. SANDERMANN H, WELLBURN A. R, HEATH R. L. **Forest decline and ozone: synopsis.** *Forest decline and ozone : a comparison of controlled chamber and field experiments.* Alemania. Editorial Springer. Vol. 127. 1997.
34. SATAS Donatas. **Handbook of Pressure Sensitive Adhesives Technology.** New York. Editorial Van Nostrand Reinhold. Edition Second. 1989.
35. SCHNEBERGER Gerald. **Adhesives in Manufacturing.** Editorial Marcel Dekker. Primera Edición, 1983

36. T.E Rolando. **Solvent Free Adhesives**. *Rapra Review Report*. Vol. 9. (5): 3. 1998.
37. UNE-EN 1392:2007. Adhesivos para piel y materiales para calzado. Adhesivos en base disolvente y en dispersión. Métodos de ensayo para medir la resistencia de la unión en condiciones específicas.
38. UNE-EN 1465:2009. Adhesivos. Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción de montajes pegados solapados.
39. Unión Sindical de Madrid Región de CCOO. **Exposición laboral a disolventes**. España. Editorial Ambarpack. Primera Edición. 2008
40. UPM RAFLACT. **El libro de los adhesivos**. Disponible en: <http://sistemamid.com/preview.php?a=82313>. Consultada el 15 de abril del 2014.
41. VOYUTSKII, S. S. **Autohesion and Adhesion of High Polymers**. New York .Editorial Interscience. 1963

# ANEXOS

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

VENTAJAS COMPARATIVAS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE"					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	MÉTODOLÓGICA		
			VARIABLES INDEPENDIENTES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	
¿Cuáles son las ventajas en las propiedades físico-químicas, mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente y sus repercusiones sobre el medio ambiente?	Determinar las ventajas comparativas en las propiedades físico-químicas, mecánicas y medioambientales de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.	Las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa poseen mayores ventajas comparadas con los adhesivos de policloropreno en base solvente, además de presentar menores perjuicios al medio ambiente	<p>✓ Propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.</p> <p>✓ Propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente.</p> <p>✓ Efectos de la emisión de COV's de los adhesivos de policloropreno en base solvente y en dispersión acuosa.</p>	<p>INVESTIGACION</p> <p>Según la clase de medios utilizados para obtener los datos.</p> <p>El presente trabajo de investigación se clasifica de tipo experimental.</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>La población o universo del presente trabajo de Tesis, son 4 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y 2 tipos de formulaciones de adhesivos de policloropreno en base solvente.</p>



PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	DEPENDIENTE	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	MUESTRA
<p>¿Cuáles son las propiedades físico-químicas y mecánicas a determinar de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa?</p>	<p>Determinar las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.</p>	<p>Las propiedades físico-químicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa permiten comparar las ventajas que poseen este tipo de adhesivos con respecto a los adhesivos en base solvente.</p>	<p>✓ Ventajas de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa con respecto a los adhesivos de policloropreno en base solvente.</p>	<p>Los pasos para fundamentar, explicar y realizar el trabajo de investigación fueron los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recolección de información: adhesivos en general, adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.</li> </ol>	<p>Las muestras de estudio, son 4 tipos de formulaciones (A, B, C, D) de adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y 2 tipos de formulaciones de adhesivo de policloropreno en base solvente (Pegamento Multiuso, Pegamento Multiuso Reforzado).</p>
<p>¿Cuáles son las propiedades físico-químicas y mecánicas a determinar de los adhesivos de policloropreno en base solvente?</p>	<p>Determinar las propiedades físico-químicas y mecánicas de los adhesivos de policloropreno en base solvente.</p>	<p>Las propiedades físico-químicas y mecánicas que se determinan en los adhesivos de policloropreno en base solvente son significativas para mostrar las desventajas y su posterior sustitución de estos pegamentos en comparación con los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa.</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Preparación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente.</li> </ol>	

<p>¿Cuáles son los efectos de la emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa comparados con los adhesivos de policloropreno en base solvente?</p>	<p>Comparar los efectos de la emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y los adhesivos de policloropreno en base solvente.</p>	<p>La emisión de COV's sobre el medio ambiente de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa son despreciables en comparación con los adhesivos de policloropreno en base solvente.</p>		<p>3. Ensayos de laboratorio a los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa y en base solvente, realizados para la determinación de sus propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's.</p>	
				<p>4. Comparación de las propiedades fisico-químicas, propiedades mecánicas, contenido de COV's de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa con respecto a los pegamentos de policloropreno en base solvente.</p>	

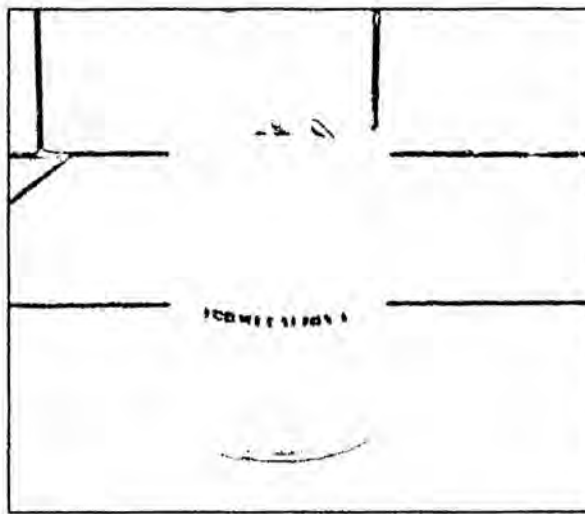
**ANEXO 02: FOTOS DE LAS MUESTRAS DE LOS ADHESIVOS DE**

**POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE**

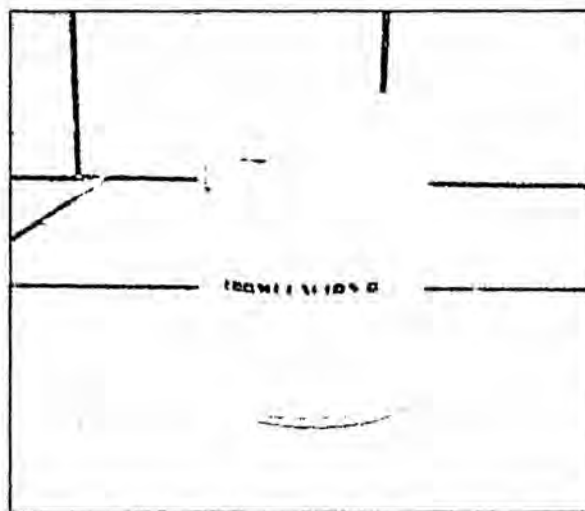
**SOLVENTE**

**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

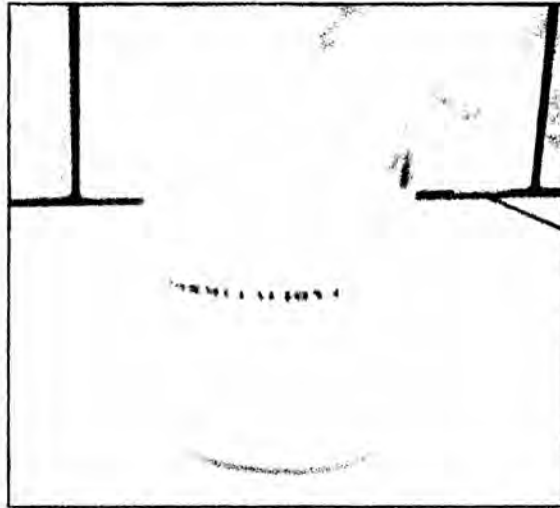
**FORMULACIÓN A**



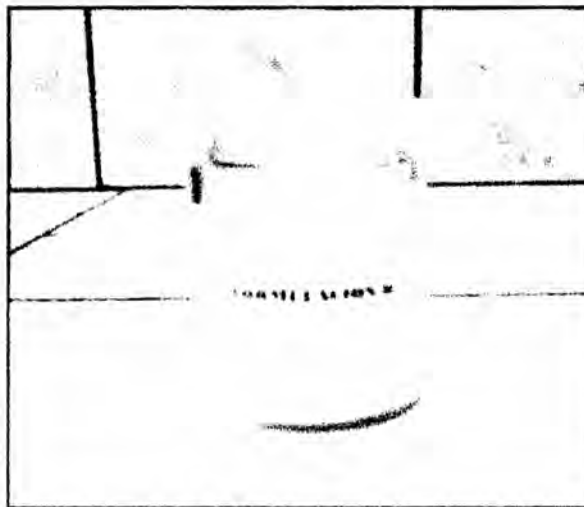
**FORMULACIÓN B**



### FORMULACIÓN C

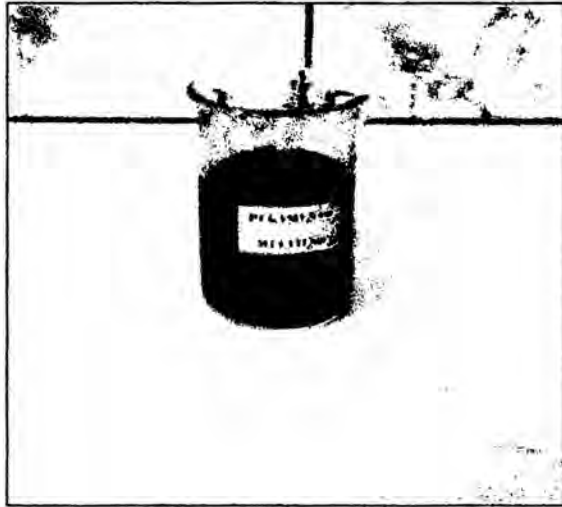


### FORMULACIÓN D



**ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN BASE SOLVENTE**

**PEGAMENTO MULTIUSO**

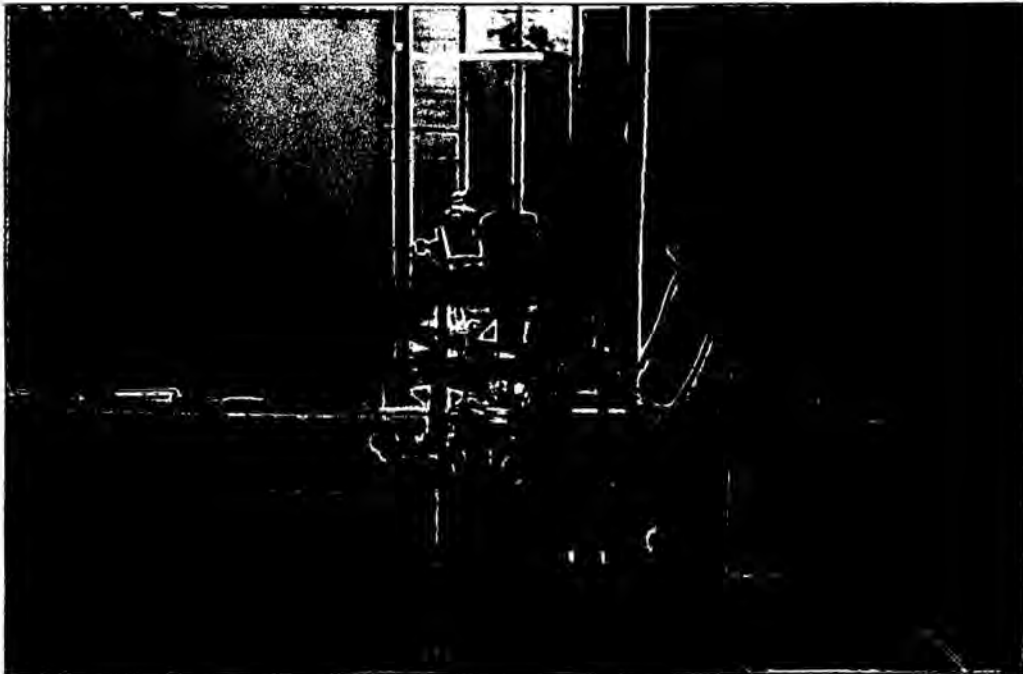


**PEGAMENTO MULTIUSO REFORZADO**



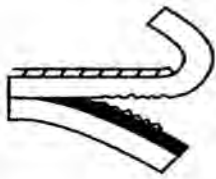
**ANEXO 03: FOTO DEL TANQUE DE 1 GALÓN**

TANQUE DE 1 GALÓN DE ACERO INOXIDABLE UTILIZADO PARA  
LA PREPARACIÓN DE LOS ADHESIVOS DE POLICLORORPENNO EN  
DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE

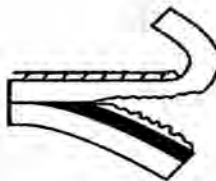


#### **ANEXO 04: EVALUACIÓN DE LAS UNIONES**

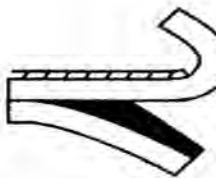
En la evaluación de una unión adhesiva, tan importante es la resistencia de la unión (fuerza) como el aspecto que presentan las superficies separadas, es decir, el tipo de fallo. En la Figura siguiente se incluye los tipos de fallo que pueden aparecer tras el despegue de las uniones (Resistencia al pelado).



Exfoliación superficial del material flexible



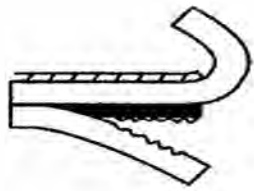
Desgarro profundo o rotura del material flexible.



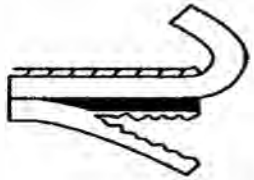
El adhesivo se desprende del material flexible.



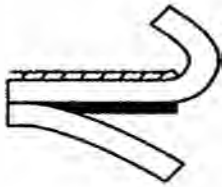
Fallo en la unión de las dos películas de adhesivo.



Exfoliación superficial del material



Desgarro profundo o rotura del material rígido.



El adhesivo se desprende del material rígido.



**ANEXO 05: PRUEBAS DE VISCOSIDAD, PORCENTAJE DE SÓLIDOS, ESTABILIDAD DEL PH, ESTABILIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA**

EMPRESA CERTIFICADORA: MANHATTAN CHEMICAL S.A.C

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ENSAYO DEL ADHESIVO DE DISPERSIÓN ACUOSA PREPARADO CON CUATRO FORMULAS DISTINTAS**

*Formulaciones acuosas de Policloropreno preparadas para las pruebas de laboratorio respectivas.*

*(Cantidades en %)*

Componente	A	B	C	D
Dispercoll C84	100	100	0	0
Dispercoll C2325	0	0	100	100
Rhenofik DDA-SOEM	2	2	2	2
Dispersión ZnO	1	1	1	1
Dispercoll S3030	15	15	15	15
Lurester 950H	0	30	0	30

**EQUIPOS USADOS EN LAS PRUEBAS**

**Viscosímetro Brookfield:** Determinación de la viscosidad de los adhesivos de polidropreno formulados según el procedimiento detallado en la norma UNE EN ISO 2555:2007.

**Porcentaje de sólidos:** El porcentaje de compuestos no volátiles o extracto seco en los adhesivos se determinó en una balanza con fuente de calor según la norma UNE EN 827:2006.

**Determinación del pH:** La medición del pH se realizó con un modelo Mettler Toledo portátil calibrado, con electrodo para materiales poliméricos.

ELABORADO POR: MANHATTAN CHEMICALS S.A.C

**PRUEBAS DE VISCOSIDAD EN EL TIEMPO (mpa.s), (centipoise):**

En la Tabla siguiente se incluyen los valores de viscosidad.

	Inicial (mPa.s)	24 horas (mPa.s)
FormulA A	594	594
FormulA B	2,275	2,276
FormulA C	128	127
FormulA D	1,730	1,730

Según Norma UNE-EN ISO 2555:2000 Velocidad 50 rpm, Sp-1 nº 4, T = 23°C.

La **Viscosidad** prácticamente **permanece inalterable** en el tiempo.

**VARIACION DEL PORCENTAJE DE SOLIDOS CON EL TIEMPO:**

	Inicial	7 días	15 días
FormulA A	56.3	56.3	56.3
FormulA B	54.5	54.5	54.5
FormulA C	54.2	54.2	54.2
FormulA D	54.8	54.8	54.8

**Nota:** Según Norma UNE EN 827:2006.

El contenido de sólidos **prácticamente se mantiene igual**.

ELABORADO POR: MANHATTAN CHEMICALS SAC.

**ESTABILIDAD DE ALMACENAMIENTO:** Los resultados se entregan en la tabla siguiente.

	7 días	15 días
Formula A	Buena	Buena
Formula B	Buena	Buena
Formula C	Buena	Buena
Formula D	Buena	Buena

**Nota:** No se observan cambios en las características de los aerosoles.

(1 atm de presión y 23 grados centígrados)

**ESTABILIDAD DEL PH:** Los resultados se entregan en la tabla siguiente.

	Inicial	7 días	15 días
Formula A	10.2	10.2	10.2
Formula B	9.50	9.50	9.50
Formula C	10.7	10.7	10.7
Formula D	9.6	9.6	9.6

Según Norma UNE-EN 1245:1999. Se observa un nivel de PH prácticamente inalterable.

ELABORADO POR: MANHATTAN CHEMICALS SAC.

**ANEXO 06: PRUEBAS DE APTITUD AL PEGADO EN UNIONES  
CUERO-CUERO DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO  
EN DISPERSIÓN ACUOSA**

EMPRESA CERTIFICADORA: ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL  
PERU S.A.C

**ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.**

**INFORME DE ENSAYO EN CALZADOS**

**EMPRESA SOLICITANTE:**

Nombre: KLE IMPORT S.A.C.

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nombre del Producto: Adhesivo de contacto acuoso (dispersión de policloropreno).

Realizada en: Adhesivos Industriales S.A.C.

Fecha de los ensayos: Agosto 2014

Ensayo: fuerza de pelado a 180 grados

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:

Humedad relativa: 80 % - 85 %

Temperatura ambiental: 24 grados centígrados.

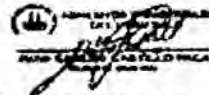
**NOTA:** Se prepararon 5 probetas de cada muestra de pegamento (A, B, C y D) y se sometieron a la prueba de pelado a 180 grados.

**MATERIALES PARA PREPARAR LAS UNIONES ADHESIVAS:**

Se emplearon para hacer las pruebas de adhesión los siguientes materiales:

- Piel de vacunos (probetas de 8 cm x 3 cm) en colores negro, marrón y crema.

12



CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA N2. A LT. 4 - COMAS  
Telf.: 536-8213 Cel.: 985328434 www.adheperu.com



# ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.



Antes de pegar los cueros



Después de pegar los cueros

## RESULTADOS DE LA APTITUD AL PEGADO.

LINTONES CUERO-CUERO: 20 probetas de cuero-cuero de 8 cm x 3 cm

## FUERZA DE PELADO EN T (A UN GRADOS)

( N/m)

Adhesivo	Prueba 1	prueba 2	prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Promedio ( N/m)
Formulación A	2.0	2.9	2.7	2.8	2.6	2.76
Formulación B	2.6	2.7	2.6	2.5	2.6	2.6
Formulación C	3.2	3.4	3.3	3.2	3.3	3.28
Formulación D	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1

11

(15) **ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.**  
 RUC: 201001010000000000  
 BARRIO CERRO MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS

CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS  
 Telf.: 536-6213 Cel.: 055326434 www.adhcoperu.com

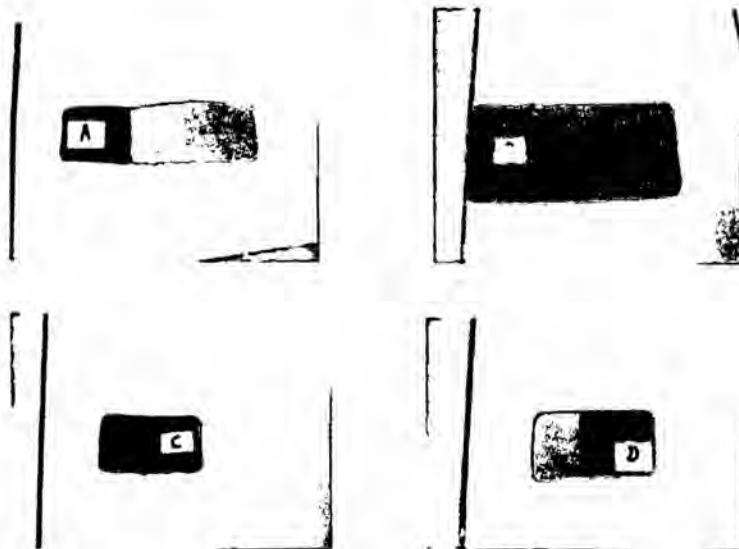


## ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.

Se observa en todas las pruebas que hay rotura de una de las capas del material de cuero, manteniéndose la unión inalterable, como se indica a continuación:



Las diferentes muestras unidas son las siguientes:



14



CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS  
Telf.: 535-8213 Cel.: 955326434 [www.adhoperu.com](http://www.adhoperu.com)

## ANEXO 07: PRUEBAS DE APTITUD AL PEGADO EN UNIONES

### MADERA-MADERA DE LOS ADHESIVOS DE

### POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA

EMPRESA CERTIFICADORA: ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL

PERU S.A.C

## **ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.**

### **RESULTADOS DE LA APTITUD AL PEGADO EN UNIONES DE MADERA-MADERA**

#### **UNIONES MADERA-MADERA:**

#### **MATERIALES Y METODOS**

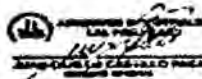
#### **Confección de Las probetas:**

Las piezas elegidas para estas pruebas de ensayo fueron cortadas a 70 cm de largo y 10 cm de ancho. A continuación fue hecha la aplicación de los adhesivos de policloropreno en dispersión acuosa (Formulación A; Formulación B; Formulación C; Formulación D) en las piezas de madera, cada 10 piezas fue aplicada con un tipo diferente de formulación. Los adhesivos fueron adheridos manualmente con una brocha.

Para el proceso de la unión de las piezas se espero 40 minutos. Se procedió a la unión de madera contra madera y a cada una de estas juntas se le aplicó una fuerza de 9 kg/cm<sup>2</sup> durante 1 minuto.

#### **MATERIALES**

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 5966, Mordazos para ensayos.
- Probetas de prueba de unión madera contra madera



CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS  
Telf.: 530-0213 Cel.: 953370434 www.adhoperu.com



## ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.

### RESULTADOS DE LA APTITUD AL PEGADO EN UNIONES DE MADERA-MADERA

#### UNIONES MADERA-MADERA:

#### MATERIALES Y METODOS

##### Confección de Los probetas:

Las piezas elegidas para estas pruebas de ensayo fueron cortadas a 20 cm de largo y 10 cm de ancho. A continuación fue hecha la aplicación de los adhesivos de polidopreno en dispersión acuosa (Formulación A; Formulación B; Formulación C; Formulación D) en las piezas de madera, cada 10 piezas fue elegida con un tipo diferente de formulación. Los adhesivos fueron aplicados manualmente con una brocha.

Para el proceso de la unión de las piezas se esperó 40 minutos. Se procedió a la unión de madera contra madera y a cada una de estas juntas se le aplicó una fuerza de 9 kg/cm<sup>2</sup> durante 1 minuto.

#### MATERIALES

- Máquina de ensayos universal, marca INSTRON, modelo 5966, mordazas para ensayos.
- Probetas de prueba de unión madera contra madera





## ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.

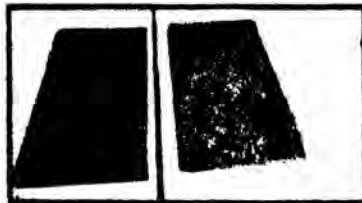
### Ensayos de cizalla por tracción paralela

Para realizar los ensayos de tracción de las juntas solapadas se esperó 24 horas después del proceso de pegado de los materiales.

En los ensayos fue utilizada una máquina para ensayos de tracción. En la descripción de la norma peruana para el ensayo a la tracción de montajes solapados pegados, se adoptó los procedimientos de la norma UNE EN 1465:2009. Los elementos fueron colocados en la máquina para ensayos de tracción y se aplicó una fuerza creciente con velocidad constante de  $(65 \pm 20)$  s hasta la ruptura de los mismos. Para cada ensayo fue anotada la fuerza de ruptura. En total se realizaron 20 ensayos, dentro de los cuales le correspondieron para cada tipo de formulación de los adhesivos de poliuretano en dispersión acuosa 5 ensayos.

### PEGADO DE MADERA CONTRA MADERA

#### Maderas sin unir



#### Maderas unidas



17

(16) *[Handwritten signature]*  
ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.  
RUMI CAYLÁN, PARTIDA PUELA  
CALLE 1000

CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS  
Telf.: 536-8213 Cel.: 955326434 [www.adhoperu.com](http://www.adhoperu.com)



# ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.

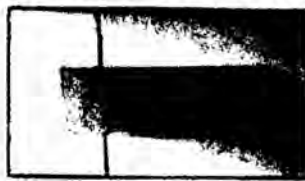
Adhesivo aplicado-Formulación A



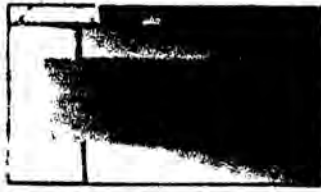
Adhesivo aplicado-Formulación B



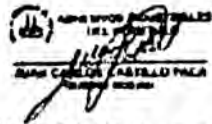
Adhesivo aplicado-Formulación C



Adhesivo aplicado-Formulación D



18



CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS  
Telf.: 536-8213 Cel.: 955326434 [www.adheperu.com](http://www.adheperu.com)

**RESULTADOS**

(Los resultados están en N/mm<sup>2</sup>)

ENSAYO	FORMULACIONES			
	A	B	C	D
1	8.7	7.6	11.3	8.6
2	9.1	9.2	12.3	9.2
3	7.5	7.6	13.5	8.3
4	9.1	5.9	14.2	8.9
5	6.9	8.5	9.0	8.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>8.26</b>	<b>7.76</b>	<b>12.22</b>	<b>8.74</b>

**RESULTADOS GRAFICADOS**

Formulaciones de adhesivos de polidropreno en dispersion acuosa



ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.  
 14-1-2012  
 ADHESIVOS INDUSTRIALES DEL PERU S.A.C.  
 CHACRA CERRO URB. MARIA AUXILIADORA MZ. A LT. 4 - COMAS

## ANEXO 08: DETERMINACIÓN DE COV'S DE LOS ADHESIVOS

### DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA

EMPRESA CERTIFICADORA: CITCA S.A.C



#### **Resultado del análisis:**

##### **Adhesivo de policloropreno en base dispersión acuosa**

###### **(Formulación A)**

Analito	% en peso	Cantidad (ppm)
Tolueno.	Traza	Traza
Hexano.	Traza	Traza
Acetato de etilo.	Traza	Traza
Tricloroetileno	Traza	Traza
Xilenos	Traza	Traza

##### **Adhesivo de policloropreno en base dispersión acuosa**

###### **(Formulación B)**

Analito	% en peso	Cantidad (ppm)
Tolueno.	Traza	Traza
Hexano.	Traza	Traza
Acetato de etilo.	Traza	Traza
Tricloroetileno	Traza	Traza
Xilenos	Traza	Traza

##### **Adhesivo de policloropreno en base dispersión acuosa**

###### **(Formulación C)**

Analito	% en peso	Cantidad (ppm)
Tolueno.	Traza	Traza
Hexano.	Traza	Traza
Acetato de etilo.	Traza	Traza
Tricloroetileno	Traza	Traza
Xilenos	Traza	Traza

Se Realiza en el Laboratorio de Análisis de Alimentos  
CITCA S.A.C. - Lima  
Tel: 011 476 11 11 - Fax: 011 476 11 12

**Adhesivo de policloropreno en base dispersión acuosa**

**(Formulación D)**

Analito	% en peso	Cantidad (ppm)
Tolueno.	Traza	Traza
Hexano.	Traza	Traza
Acetato de etilo.	Traza	Traza
Tricloroetileno	Traza	Traza
Xilenos	Traza	Traza

**ANEXO 09: MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS (GASES) EN**

**EL LABORATORIO DE LA EMPRESA KLE IMPORT S.A.C**

EMPRESA CERTIFICADORA: CITCA S.A.C



**MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS**

## MONITOREO DE GASES

### 1. ESTACIÓN DE MONITOREO

La estación de monitoreo para agentes químicos, fueron definidas conjuntamente con el Cliente; la estación y su descripción, se reporta en la siguiente tabla:

Tabla N° 03: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo

Estación de Monitoreo	Descripción	Ubicación
AQ-1	Laboratorio de KLE	Mesa de Experimentos de laboratorio, junto al tanque de mezclado

Estaciones de campo

### 2. METODOLOGIA DE MEDICIÓN

Para realizar la medición de gases, se utiliza los detectores de gases, la cual tienen sensores capaces de determinar el tipo de gas presente en el Laboratorio de KLE.

El monitoreo de gases se realiza de manera puntual, se coloca el detector de gases, en la zona a medir, el equipo detecta los gases presentes por medio de los sensores instalados en el equipo y una vez que se establece la medición, se tomara nota del resultado expresado en ppm.

### 3. EQUIPO DE MEDICIÓN

Para la realización del monitoreo de gases, se emplearon 02 equipos, la cual se detalla:

Detector de Gases: MULTIRAE LITE, Modelo:PGM-5280, serie N° MAB3Z081P4

Detector de Gases: ENTRYRAE, Modelo: PGM-3000, serie N° 180-9007305

*Detector de Gases - Mutirae Lite: Características principales*

- Acceso inalámbrico a lecturas de instrumentos y estado de alarmas en tiempo real desde cualquier ubicación.
- Inequivoca notificación inalámbrica local y remota de cinco vías sobre estados de alarma.
- Opciones para los 30 sensores intercambiables, incluidos PID6 para COV, NDIR y catalíticos para combustibles, y NDIR para CO<sub>2</sub>.
- Los sensores inteligentes almacenan los datos de calibración, lo que permite el cambio sobre el terreno.
- Gran pantalla gráfica con interfaz de usuario fácil de usar y basada en iconos.
- Registro de datos continuo (6 meses de 5 sensores, las 24 horas del día).

*Detector de Gases - Entryrae: Características principales*

- Detector de COV fiable con sistema de auto limpieza.
- También incluye sensores de CO, H<sub>2</sub>S, LEL y O<sub>2</sub>.
- Registro de datos incluido y automático.
- Potente alarma.
- LED de alarma brillante que parpadea en rojo.
- Potente bomba que permite la toma de muestras a una distancia de hasta 30 metros.
- Alarma de flujo bajo en la bomba.

**4. ESTANDARES DE COMPARACIÓN**

La Norma de comparación para las concentraciones de gases evaluados en el lugar de trabajo, están descritos en el D.S. 015-2005-S.A., y son mostrados en la Tabla N° 04.



Tabla N° 04.  
Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo

Agentes Químico	Límites Adoptados	
	TWA (ppm)	STEL (ppm)
Monóxido de Carbono (CO)	25	-
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	3	5
Oxígeno (O <sub>2</sub> ) *	19.5 - 21.5	19.5 - 21.5
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	5000	10000
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	2	5
Acido Sulfúrico (H <sub>2</sub> S)	-	-

Fuente: OSHA 1910.1000

TWA Es el límite permisible de exposición durante el tiempo de trabajo.

STEL es el límite permisible del agente químico, el promedio a largo plazo en la actividad.

\* Porcentaje

## 5 RESULTADOS

Los resultados de las mediciones de gases se encuentran detalladas en la Tabla N° 05.

Tabla N° 05 Niveles de Concentración de Gases

Fecha: 30/11/2013

Parámetros	unidad	Estación de Monitoreo EG-1				LMP	
		STEL	TWA	HIGH	LOW	TWA	STEL
CO	ppm	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	ppm	0	3	0.7	0	3	0
O <sub>2</sub>	% Vol	-	-	20.8	20.8	-	-
CO <sub>2</sub>	ppm	20	3	700	200	1700	30000
SO <sub>2</sub>	ppm	0	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> S	ppm	-	0	0	0	-	-
CO <sub>2</sub>	ppm	-	2	13	0	-	-
LEL	%	-	-	0	0	-	-

Fuente: OSHA 1910.1000

TWA Es el límite permisible de exposición durante el tiempo de trabajo.

STEL es el límite permisible del agente químico, el promedio a largo plazo en la actividad.

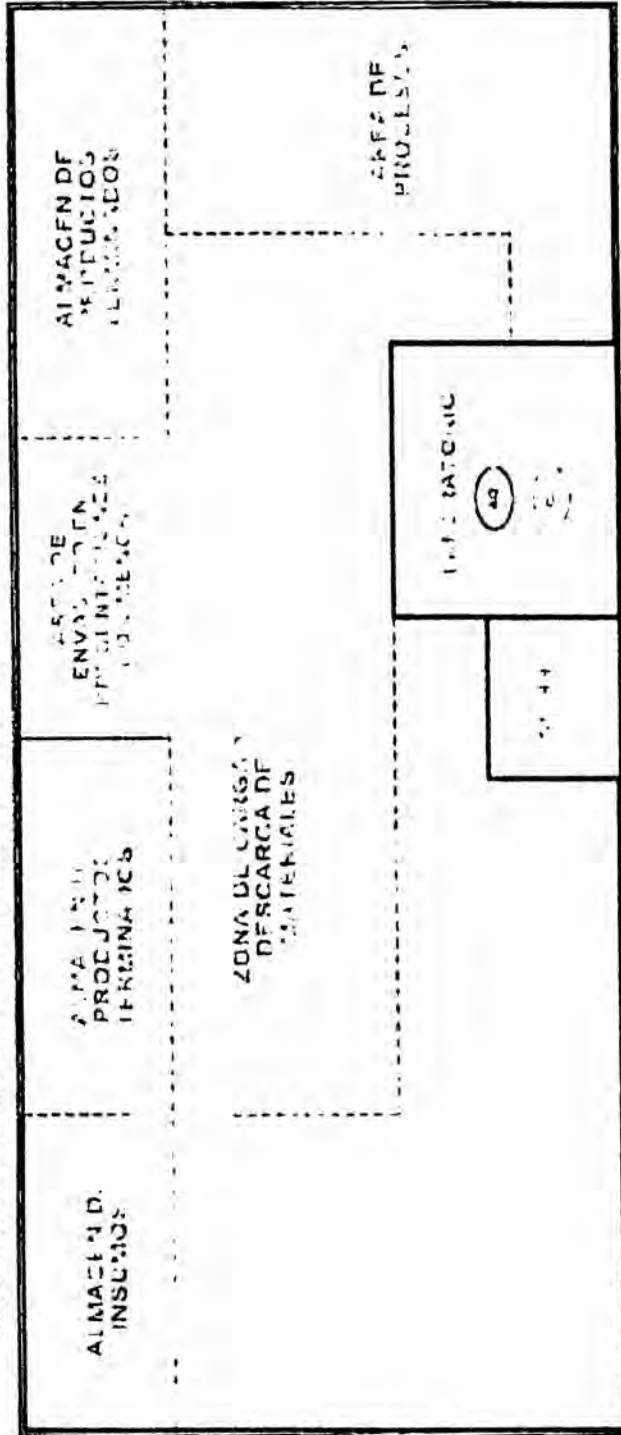
Anexo Nº 1 - Registro fotográfico



As fotografias foram tiradas em 20/08/2010  
 Local: Sala 2 - 432 1000  
 Hora: 10h30min - 11h30min



UBICACIÓN DEL MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS EN LA EMPRESA KLE IMPORT SAC



A3 Agentes químicos  
A4 Ruido ocupacional

Av. Los Andes 1001 - 10.º piso - Lima 1 - Perú - Calle  
 Comercio - 11.º piso - Lima 1 - Perú  
 Teléfono: 476 0000 - 476 0001 - 476 0002 - 476 0003

**LIBRO 2 FOLIO No.69 ACTA N° 252 DE SUSTENTACION DE TESIS SIN  
CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

El día veintitrés de abril del Dos Mil Quince, siendo las.....11.00..... horas, se reunió el JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS de la Facultad de Ingeniería Química, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Ing. JULIO CESAR CALDERON CRUZ	: Presidente
Ing. VIORICA STANCIUC STANCIUC	: Secretaria
Ing. CALIXTO IPANAQUE MAZA	:Vocal
Ing. LUIS AMERICO CARRASCO VENEGAS	:ASESOR

con el fin de dar inicio al acto de sustentación de tesis del Señor Bachiller CHIPA SAAVEDRA MIGUEL ANGEL, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico, sustentan la tesis titulada "VENTAJAS COMPARATIVAS EN LAS PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS, MECANICAS Y MEDIOAMBIENTALES DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE"

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó: Dar por A.P.R.O.B.A.D.O. con el calificativo MUY BUENO al expositores Señor Bachiller CHIPA SAAVEDRA MIGUEL ANGEL.

Se dio por cerrada la Sesión a las.....12.45..... horas del día veintitrés del mes y año en curso.

Ing. JULIO CESAR CALDERON CRUZ

Presidente

Ing. VIORICA STANCIUC STANCIUC

Secretaria

Ing. CALIXTO IPANAQUE MAZA

Vocal

Ing. LUIS AMERICO CARRASCO

VENEGAS

Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Recomendaciones de los Señores Miembros del Jurado de Sustentación al sustentante, para realice las correcciones de la tesis antes de su aprobación.

ESTADO : Bachiller **CHIPA SAAVEDRA MIGUEL ANGEL**

TÍTULO DE LA TESIS : "VENTAJAS COMPARATIVAS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSIÓN ACUOSA Y A BASE SOLVENTE"

**PRESIDENTE:**

*[Signature]*

**SECRETARIA:**

*[Signature]*

**- VOCAL:**

*Revisión de <sup>los</sup> conclusiones*

*[Signature]*  
Ing. Julio César Calderón Cruz  
Presidente

*[Signature]*  
Ing. Viorica Stanciuc Stanciuc  
Secretaria

*[Signature]*  
Ing. Calixto Ipanaque Maza  
Vocal

Fecha: 23 de Abril 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

---

**PROVEIDO N° 0793-2015-FIQ**

**ASUNTO: APROBACIÓN DE LAS OBSERVACIONES  
REALIZADA EN LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.**

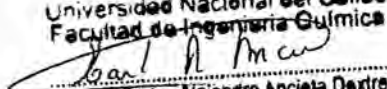
**REF.: DICTAMEN No. 019-PJT-JCCG-2015 DEL  
PRESIDENTE DE JURADO DE SUSTENTACIÓN  
DE TESIS – DR. JULIO CESAR CALDERON CRUZ.**

**INGRESO: 2515**

**PASE AL SEÑOR BACHILLER CHIPA SAAVEDRA  
MIGUEL ANGEL, PARA QUE CONTINUE CON EL  
TRÁMITE RESPECTIVO.**

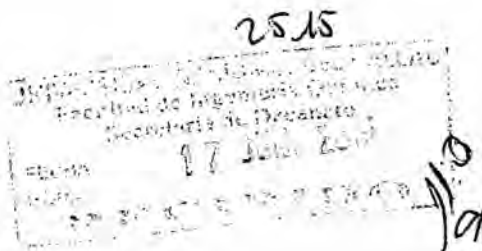
**Bellavista, 17 de Junio 2015.**

**Pily c.**

Universidad Nacional del Callao  
Facultad de Ingeniería Química  
  
Ing. Dr. Carlos Alejandro Ancieta Dextre  
Decano

cc. ARCHIVO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA.  
Bellavista, 16 de junio 2015



DICTAMEN N° 019-PJT-JCCC-2015

SEÑOR DECANO FIQ

DR. CARLOS ANCIETA DEXTRE.

Doy respuesta al proveído N° 0767-2015-FIQ, sobre el levantamiento de observaciones en la sustentación de tesis titulada "VENTAJAS COMPARATIVAS EN LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS, MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES DE LOS ADHESIVOS DE POLICLOROPRENO EN DISPERSION ACUOSA Y EN BASE SOLVENTE", referente al bachiller CHIPA SAAVEDRA MIGUEL ANGEL, sustentada el 23 de abril 2015.

Se dictamina CONFORME, para la continuación de los trámites correspondientes

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio Cesar Calderon Cruz', written over a horizontal dotted line.

DR. JULIO CESAR CALDERON CRUZ

PRESIDENTE DE JURADO

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines.