

*Ingeniero Químico*



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Funciones del consultor técnico  
aplicados en la industria de  
los adhesivos**

**TRABAJO DE TESIS:**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA:

**ADOLFO DANIEL LÓPEZ TREJO**

ASESOR:

**Dra. Ma. Inés Nicolás Vázquez**

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, Noviembre 2021

*Adolfo Daniel López Trejo*



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

1. Glosario.....	7
2. Resumen.....	13
3. Introducción.....	15
3.1. Historia de los Adhesivos.....	16
3.2. ¿Qué es un adhesivo?.....	16
3.3. ¿Qué es el fraguado?.....	18
3.4. ¿Cuándo se utilizó el primer adhesivo?.....	18
3.5. ¿Por qué existen los adhesivos?.....	20
4. Marco Teórico.....	22
4.1. Tipos de Adhesivos.....	23
4.2. Tipos de curado en los adhesivos.....	24
4.2.1. Curado por reacción anaeróbica.....	24
4.2.1.I. aplicación de los adhesivos Anaeróbicos.....	24
4.2.2. curado por medio de luz ultravioleta.....	27
4.2.2.I. Aplicaciones principales de adhesivos que curan por luz UV.....	27
4.2.3. Curado por reacción aniónica.....	27
4.2.3.I. Aplicaciones principales de los adhesivos instantáneos (Cianocrilatos).....	28
4.2.4. Curado mediante activadores.....	29
4.2.4.I. Aplicaciones principales de los adhesivos catalizados.....	29
4.2.5. Curado por presencia de humedad.....	29

4.2.5.I. Poliuretanos.....	29
4.2.5.I.I. Características de los adhesivos de poliuretano (PU).....	30
4.2.5.I.II. Aplicaciones principales de los adhesivos de poliuretano (PU).....	30
4.2.5.II. Siliconas.....	30
4.2.5.II.I. Características de las Siliconas.....	30
4.2.5.II.II. Aplicaciones principales de las siliconas.....	31
4.2.6. Curado por calor.....	31
4.2.6.I. Características de los epoxis.....	31
4.2.6.II. Aplicaciones principales de los epoxis.....	31
4.3. ¿Cómo seleccionar el adhesivo correcto?.....	32
4.3.1. Sustratos para unir.....	32
4.3.2. Funcionalidad específica.....	33
4.3.2.I. Conductividad eléctrica.....	33
4.3.2.II. Aislamiento térmico.....	33
4.3.2.III. Aislamiento de ruido.....	33
4.3.3. Condiciones de resistencia del producto final.....	34
4.3.3.I. Caso 1. Posición de pegado final.....	34
4.3.3.II. Caso 2. Aplicación insuficiente de adhesivo.....	35
4.3.3.III. Caso 3. Aplicación de un adhesivo no apto.....	35
4.3.4. Condiciones de funcionamiento.....	38

4.3.5. Condiciones de aplicación.....	38
4.3.5.I. Temperatura.....	38
4.3.5.II. Humedad.....	39
4.3.5.III. Superficies.....	39
4.3.6. Requerimientos en la mecánica.....	39
4.3.6.I. Resistencia de impacto.....	39
4.3.6.II. Resistencia al corte.....	40
4.3.6.III. Deformación.....	40
4.4. Adhesión y cohesión.....	40
4.4.1. Adhesión.....	40
4.4.2. Cohesión.....	40
4.4.3. Falla adhesiva.....	41
4.4.4. Falla cohesiva.....	42
4.4.5. Falla de sustrato.....	43
4.5. Fuerzas de adherencia.....	43
4.5.1. Fuerzas enlace de Van der Waals.....	43
4.5.2. Uniones químicas.....	43
4.6. Factores que determinan la funcionalidad de los adhesivos.....	47
4.6.1. Afinidad.....	47
4.6.2. Mojabilidad.....	47
4.6.3. Penetración.....	47
4.6.4. Espesor de la capa adhesiva.....	47
4.6.5. Flexibilidad de la capa adhesiva.....	48
4.7. Principales factores que alteran el comportamiento de los adhesivos y sus efectos durante la aplicación.....	49
4.7.1. Adhesivos de contacto.....	49

4.7.2. Adhesivos base agua.....	50
4.7.3. Adhesivos Hotmelt.....	50
4.8. Mecanismos de adherencia.....	51
4.8.1. Adhesión específica.....	51
4.8.2. Adhesión mecánica.....	51
4.9. Tratamiento de superficies.....	51
4.9.1. Tipos de tratamiento superficial.....	53
4.9.1.I. Limpieza de las superficies.....	53
4.9.1.II. Abrasión física.....	54
4.9.1.III. Tratamientos químicos.....	55
4.9.1.IV. Imprimaciones.....	56
4.10. Conservación y almacenamiento de los adhesivos.....	56
5. Objetivos.....	58
5.1. Objetivo general.....	59
5.2. Objetivos particulares.....	59
6. Descripción de desempeño laboral.....	61
7. Hipótesis.....	64
8. Metodología.....	65
8.1. Metodología para la elaboración de hojas técnicas.....	66
8.1.1. Elaboración de nueva hoja técnica.....	66
8.1.2. Actualización de hoja técnica.....	66
8.2. Metodología para visitas de levantamiento.....	67
8.2.1. Factores ambientales.....	67
8.2.2. Factores de proceso.....	68
8.3. Metodología para visitas de seguimiento.....	68
8.4. Metodología para visitas por inconformidad.....	68

8.4.1. Caso 1. Detección de variación en la muestra del lote reportado.....	69
8.4.2. Caso 2. Inconformidad reportada no detectada.....	69
8.5. Metodología para capacitación.....	70
8.6. Metodología para la validación de nuevos desarrollos.....	71
8.6.1. Adhesivos de contacto.....	71
8.6.1.I. Apariencia.....	71
8.6.1.II. Viscosidad.....	71
8.6.1.III. % de sólidos.....	71
8.6.1.IV. Tiempo de secado.....	72
8.6.1.V. Tiempo abierto.....	74
8.6.2. Adhesivos base agua.....	76
8.6.2.I. Apariencia.....	76
8.6.2.II. Viscosidad.....	76
8.6.2.III. % de sólidos.....	76
8.6.2.IV. Tiempo de secado.....	76
8.6.3. Adhesivos termofusibles (hotmelt).....	76
8.6.3.I. Viscosidad.....	76
8.6.3.II. Punto de reblandecimiento.....	79
8.6.3.III. Tiempo abierto.....	80
8.6.3.IV. Tiempo de agarre.....	83
8.7. Metodología para la validación de productos modificados...	84
9. Resultados.....	85
10. Análisis de Resultados y Discusión.....	87
11. Recomendaciones.....	89

*Ingeniero Químico*

12. Conclusiones.....92

13. Referencias.....96

14. Anexo.....99



## **1. GLOSARIO**

---

## 1. GLOSARIO

1. **Materiales pasivos:** Los materiales pasivos son aquellos que no tienen la capacidad de controlar la corriente por medio de otra señal eléctrica.
2. **Flexibilidad:** Capacidad de un cuerpo para adaptarse con facilidad a las diversas circunstancias o para acomodar las normas a las distintas situaciones o necesidades.
3. **Capacidad de deformación:** Deformación máxima que puede soportar un material sin llegar al punto de ruptura.
4. **Capacidad de absorción:** Cantidad de una sustancia que puede absorber un material.
5. **Imprimación:** Recubrimiento previo que se aplica sobre la superficie que se va a pintar para prepararla para el proceso posterior.
6. **Tiempo de secado:** Tiempo que tardan los componentes líquidos de un producto (en este caso adhesivo) en evaporarse.
7. **Tiempo abierto:** Tiempo en el que los adhesivos de contacto mantienen su propiedad adhesiva.
8. **Peel adhesion:** Es una prueba realizada para medir la fuerza de cohesión de un adhesivo hotmelt.
9. **Shear strenght:** Prueba para la medición de la fuerza adhesiva entre el producto y sustratos.

- 10. Punto de ruptura:** Fuerza física necesaria para romper un material.
- 11. Chorreado abrasivo con impacto de arena:** Es una técnica que se utiliza en la limpieza y tratamiento de superficies mediante una proyección de partículas abrasivas.
- 12. Tiempo de vida media:** Tiempo de vida promedio de un ciclo atómico, calculado estadísticamente. Puede considerarse como el tiempo de caducidad de un producto.
- 13. Prospectos:** Personas físicas o morales que están en proceso de compra de algún producto o servicio de una empresa.
- 14. Visitas de levantamiento:** Asistencias técnicas que se realizan a los prospectos para entender el proceso y materiales involucrados, así como identificar los factores que puedan complicar dicho proceso.
- 15. Proceso de pegado:** Etapa de la producción donde se utiliza el producto adhesivo para adherir los materiales correspondientes.
- 16. Visitas de implementación:** Asistencias técnicas que se realizan a los clientes y/o prospectos para asegurar la funcionalidad del producto adhesivo en su proceso de pegado, considerando los parámetros previamente identificados en la visita de levantamiento.
- 17. Visitas de seguimiento:** Asistencia técnica rutinaria cuyo propósito es mantener y asegurar el buen funcionamiento del producto adhesivo durante el proceso del cliente. Así mismo, optimizarlo en la medida de lo posible.

- 18. Visitas por inconformidad:** Asistencias técnicas que se llevan a cabo cuando el cliente reporta complejidad en su proceso de pegado. Esta asistencia se realiza para solucionar el problema considerando todas las posibilidades, incluyendo la maquinaria instalada, los factores ambientales, entre otros parámetros que se pudieran identificar.
- 19. Mejora continua:** Proceso permanente de cambio y con posibilidades de mejorar.
- 20. Lote:** Cantidad de producto realizado en una sola producción de algún producto terminado, es decir, lo que se fabrica según la capacidad de los reactores.
- 21. Número de lote:** Código que identifica la producción de un lote correspondiente a un producto terminado.
- 22. Muestras patrón:** Cantidad de un producto que se toma al momento del término de una producción, con el cual se realizan las pruebas y mediciones necesarias para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del producto, especificadas en las hojas técnicas.
- 23. Curva de viscosidad:** Gráfica que relaciona la viscosidad con la temperatura de los adhesivos hotmelt.
- 24. Porcentaje de sólidos:** Relación en peso de la cantidad de material sólido contenido en el producto adhesivo.
- 25. Hoja técnica:** Documento en el que se especifican las características físicas, químicas y fisicoquímicas más relevantes de un producto.

- 26. Materia prima:** Materiales que se transforman a través de un proceso de producción para obtener un producto terminado.
- 27. Estructura del adhesivo:** Conjunto de materias primas utilizadas en la formulación y fabricación de un adhesivo.
- 28. Velocidad de máquina:** Es la velocidad a la que trabajan las máquinas de producción.
- 29. Vehículo:** Componentes líquidos de un adhesivo.
- 30. Capa adhesiva:** Espesor de adhesivo aplicado en la superficie de un material.
- 31. Laminado:** Cubierta estética utilizada en los muebles de madera.
- 32. Probetas:** Representación física de una simulación del proceso de pegado de un cliente, a nivel escala.
- 33. Viscosímetro de Brookfield:** Dispositivo electrónico que de forma directa mide el coeficiente de viscosidad, captando el par de torsión necesario para hacer girar a una velocidad constante un disco en la muestra de fluido.
- 34. Copa Zahn:** Calibrador utilizado para medir rápidamente la viscosidad de los líquidos, la cual se expresa generalmente en segundos de tiempo de flujo.

- 35. Punto de reblandecimiento:** Temperatura a la que los adhesivos hotmelt comienzan el proceso de fusión, es decir, que su estructura deja de ser 100% sólida.
- 36. Cartón con memoria:** Se le conoce como memoria a la fuerza opuesta que ejerce el cartón cuando es doblado. Esta propiedad depende de la rigidez del mismo.
- 37. Caras de la probeta:** Superficie de los materiales que se requieren unir.
- 38. Proveedor:** Organización que ofrece un servicio o un bien material que es consumido por la institución que lo requiere.
- 39. Validación de producto:** Aceptación de la formulación de un adhesivo, basado en el cumplimiento de funcionalidad y resistencia, siguiendo los procedimientos de las evaluaciones internas.
- 40. Sector:** Es el giro o mercado laboral al que va dirigida la producción y/o servicio de una empresa.
- 41. Capacitación:** Conjunto de actividades didácticas que están orientadas para ampliar los conocimientos, las aptitudes y las habilidades. Esta permite a los trabajadores tener un mejor rendimiento laboral gracias a la adaptación a las exigencias cambiantes del entorno.

## **2. RESUMEN**

---

## **RESUMEN**

Como parte de mi formación académica, hago un reconocimiento a la demostración práctica de los conocimientos adquiridos durante mi periodo académico de la carrera de Ingeniería Química impartida en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, lugar donde comencé mi historia en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por lo que redacto este trabajo que explica de manera general las funciones que debe cumplir un ingeniero químico como consultor técnico en la industria de los adhesivos, así mismo, describo las actividades que llevé a cabo durante mi estancia laboral en este sector industrial y la importancia que tiene el área de Consultoría Técnica en la empresa donde me desarrollé.

También describo de manera particular la metodología de algunas funciones como implementación de adhesivos en nuevos procesos, pruebas de funcionalidad a nivel laboratorio, qué hacer en caso de reclamaciones o percances en los procesos implementados, así mismo, explico las repercusiones y problemáticas a las cuales se aplican los conocimientos de un ingeniero químico para la solución de problemas.

Este trabajo tiene la intención de llegar a los alumnos y egresados de la carrera de Ingeniería Química con la finalidad de orientar sus intereses y expandir su visión a campos laborales donde se requieren las habilidades de un ingeniero químico.



### **3. INTRODUCCIÓN**

---

### **3.1. HISTORIA DE LOS ADHESIVOS**

No cabe duda de que la Ingeniería Química ha estado presente en épocas muy antiguas como, por ejemplo, en el descubrimiento del fuego y la adaptación del hombre a saber manejarlo a su conveniencia, la instalación de la primera planta química para la producción de Nitrato de Potasio utilizado en la pólvora e inventos que fueron vitales para el desarrollo industrial como lo son el barómetro (Torricelli, 1644), la pascalina (B. Pascal, 1647), entre otros.<sup>1</sup>

La evolución de la Ingeniería ha ido de la mano con la evolución del hombre y ha dejado huellas significativas a lo largo de la historia humana en el entorno científico, tecnológico y ha sido parte fundamental de movimientos importantes como la Revolución Industrial en el siglo XVIII donde destacan importantes personajes de la física y química como H. Cavendish, D. Rutherford, A. Lavoisier, entre otros.<sup>1</sup>

Cada rama de la industria tiene su historia evolutiva, sin embargo, en este reporte destacaré la industria de los adhesivos, su aplicación y cómo se involucra un ingeniero químico en este sector.

Para una mayor comprensión de este tema, explicaré algunos conceptos y antecedentes que son básicos para desempeñar la profesión de un Consultor Técnico especializado en esta industria.

### **3.2. ¿Qué es un adhesivo?**

Lo primero que se nos viene a la mente al oír esta palabra es una sustancia líquida blanca o un lápiz adhesivo escolar, pero ¿por qué? Esto se debe a que desde niños tuvimos la necesidad de unir materiales, en su mayoría papel, para realizar tareas académicas y regularmente los productos especializados para suplir estas necesidades tenían las características mencionadas al inicio del párrafo. Sin embargo, no siempre es así, existe una enorme variedad de adhesivos con diferentes características que son realizados para suplir necesidades en otros sectores como en la industria de empaque, etiquetado, tapicería, automotriz, calzado, fabricación de muebles, construcciones, entre otros.

Un adhesivo es una sustancia capaz de unir dos o más materiales y se pueden encontrar en estado líquido, en estado sólido, monocomponentes, bicomponentes reactivos, etc; cada tipo de adhesivo tiene características diferentes que dependen de los sustratos a unir y de los parámetros que requieren las máquinas para llevar a cabo su correcta aplicación en el proceso de pegado.

Con base en la Figura 1 se definen los siguientes conceptos:

**3.2.I. Sustrato:** Es el material que se requiere unir para formar una sola pieza, por ejemplo, si se desea unir o pegar un vidrio a su marco de aluminio, el vidrio y el aluminio son el sustrato; si se necesita armar un mueble de madera, la madera es el sustrato. En función a los sustratos se determina el adhesivo adecuado que sea capaz de mantener la unión permanente.

**3.2.II. Adhesión:** Es la capacidad de adherencia otorgada por las fuerzas o enlaces químicos que mantienen la unión entre sustrato y adhesivo. Esto depende de la humectación o penetración del adhesivo en la porosidad del sustrato.

**3.2.III. Cohesión:** Es la fuerza intermolecular o de atracción que posee el adhesivo entre sí mismo.<sup>3</sup>



**Figura 1.** Componentes presentes en una unión

### **3.3. ¿Qué es el fraguado?**

También se le conoce como “curado” y es el proceso en el cual un adhesivo desarrolla su fuerza cohesiva y, así mismo, desarrolla cambios físicos como la gelificación, hidratación, enfriamiento, evaporación de los componentes volátiles, y también desarrolla cambios químicos, como la polimerización, reticulación, oxidación, vulcanización, etc. Este proceso tardará según sea la base química del adhesivo y de los sustratos unidos, ya que estos requieren distintos tratamientos superficiales y condiciones de curado, según el tipo de unión que se vaya a realizar<sup>3</sup>.

### **3.4. ¿Cuándo se utilizó el primer adhesivo?**

El término “adhesivo” se comenzó a utilizar desde el siglo XVIII durante la revolución industrial, sin embargo, existen estudios que determinan que en la prehistoria el humano usaba la sangre animal como un ligante para su fabricación de tintas utilizadas en los vestigios de arte rupestre y también usaban como material de unión la arcilla o mezclas realizadas a partir de huesos de animales.

Alrededor de los años 6000 A.C. los babilonios hacían uso de los adhesivos en estatuas donde los ojos de marfil eran unidos a los cuencos de los ojos. Con el paso de los años, los mesopotámicos utilizaban cementos de origen vegetal para edificar sus construcciones, esto aconteció durante los años 4000 A.C., donde también se han encontrado que las vasijas de cerámica rotas eran reconstruidas con adhesivo de savia de árboles.

En los años 3000 A.C. los sumerios denominaron a, adhesivo como “se-gin” y era hecho con piel de animales. Conforme pasaron los años, existieron libros que mencionan a los adhesivos hechos de origen animal y vegetal, como en 1771 D.C. cuando Henry Duhamel publicó un tratado titulado “El arte de hacer diferentes tipos de adhesivos”, donde escribe formulaciones para la fabricación de adhesivos y se explica el uso del ajo como promotor de adhesión en la madera.<sup>2</sup>

No fue hasta en el año 1845 cuando surgen los primeros adhesivos de presión basados en gomas naturales, realizado y patentado por Horace Day. Así mismo, en 1909 Leo Hendrik patentó la resina fenólica, dando comienzo a la era de los plásticos y adhesivos industriales.<sup>2</sup>

Los adhesivos de poliuretano han servido para realizar uniones en sustratos difíciles de unir como metales en el sector automotriz, plásticos en el sector de construcción, laminaciones sintéticas en el calzado, entre otras enormes variedades de aplicaciones; este material fue patentado por Otto Bayer en el año 1937. No obstante, la tecnología seguía avanzando, la ingeniería se hacía notar cada vez más y la química no se quedó atrás, ya que en el año 1944 Eduard Preiswerk desarrolló los adhesivos con tecnología epoxi, dando pauta a los adhesivos estructurales; estos adhesivos comienzan a ser bicomponentes, es decir, que se mezclan dos componentes para que, por medio de una reacción química catalizada, el adhesivo otorgue una adherencia superior a cualquier otro tipo de adhesivo.

Conforme diferentes sectores de la industria fueron evolucionando, las necesidades fueron cambiando y los adhesivos adaptándose a los nuevos materiales buscando optimizar tiempos y costos de proceso; un ejemplo de esto surge en la industria de la construcción, donde los adhesivos de montaje no ofrecían la fuerza y durabilidad necesaria para uniones verticales, dando entrada a los silanos modificados en el año 1970, los cuales optimizaron el tiempo de aplicación y la resistencia a condiciones extremas. Otro ejemplo surge en la industria de empaque, donde los recubrimientos de los cartones complicaban el pegado del mismo para armar y cerrar cajas, dando entrada a los adhesivos Hotmelt o adhesivos termofusibles en el año 1980, optimizando las cantidades de adhesivo utilizadas y tiempo en el proceso.

### **3.5. ¿Por qué existen los adhesivos?**

<sup>2</sup>En la actualidad existen muchas técnicas para unir materiales, tales como atornillar, clavar, soldar, remachar, entre otros; sin embargo, los adhesivos ofrecen ventajas por encima de los métodos de unión previamente mencionadas, tales como:

- Eliminación de corrosión provocada por la unión de metales con diferente potencial galvánico;
- No agrede mecánicamente al sustrato que se desea unir;
- Disminuyen el peso del producto final, siendo esto un factor importante enfáticamente en el sector automotriz, ya que la disminución de peso provoca un ahorro en el consumo de energía y una emisión menor de contaminantes, además de que aumenta la potencia en los productos de tracción;
- Las tensiones se distribuyen de manera homogénea sobre el área de contacto entre las piezas unidas, evitando la producción de puntos de ruptura causados por la concentración de tensiones;
- Elimina o disminuye el uso de tornillos, tuercas, arandelas, etc...lo cual disminuye los costos de fabricación de los productos;
- Existen adhesivos especiales que permiten la conducción eléctrica, o por el contrario, funcionan como aislante eléctrico;
- Los adhesivos se amoldan a cualquier figura y superficie donde se requieran hacer las uniones;
- Se habilita la unión de materiales donde no es posible perforar para el uso de tornillos, como el cristal, el metal, la cerámica, espumas, etc.
- No se producen deformaciones en los sustratos donde se aplica el adhesivo, de esta manera se logra una reducción de costos en la fabricación, ya que se evitan procesos como el rectificado o calibrado;
- La elasticidad se vuelve atractiva para uniones en la construcción, por ejemplo, se sabe que la madera tiene la propiedad de absorber humedad causando una expansión en su volumen y, por el contrario, en ambientes secos tiende a regresar a su forma original. Para este tipo de uniones se

## *Ingeniero Químico*

requiere un material elástico, ya que, si el material es muy rígido, se corre el riesgo de un despegado no deseado o de una ruptura en la madera;

- Alta resistencia ante impactos, alargando el ciclo de vida útil del producto.
- Disminución de fuerzas vibratorias, tanto en el proceso de unión como en el producto final;
- Al poder amoldarse de cualquier forma, cumple la función de sellado y protección ante los agentes que promueven la corrosión.

Conforme la tecnología avanza, la variedad de adhesivos existentes se hace cada vez más grande, entonces, ¿Cómo elegir el adhesivo correcto para cada proceso con tantas marcas y tipos de adhesivos?

En este reporte explicaré la importancia de los conocimientos de un ingeniero químico para la toma de decisión, criterio, capacidad de entendimiento, dominio de los conocimientos de fisicoquímica, química, mecánica, procesos, entre otras habilidades que se adquiere en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

## **4. MARCO TEÓRICO**

---



## **MARCO TEÓRICO**

### **4.1. TIPOS DE ADHESIVOS**

Los adhesivos se pueden clasificar de diferentes maneras, como pueden ser según su:

- Base química
- Sustratos compatibles
- Tiempo de fraguado
- Estado físico
- Sector industrial al que va dirigido
- Entre otros.

Sin embargo, para facilitar el entendimiento de esta ciencia, clasificaré los adhesivos según su tecnología basada en el modo de uso, limitándome a explicar únicamente los tipos de adhesivos más utilizados en la industria.

#### **1. ADHESIVOS ACUOSOS**

#### **2. ADHESIVOS DE CONTACTO**

#### **3. ADHESIVOS HOTMELT**

#### **4. ADHESIVOS INSTANTÁNEOS**

#### **5. ADHESIVOS ESTRUCTURALES**

#### **6. ADHESIVOS EPÓXICOS**

## **4.2. Tipos de curado en los adhesivos <sup>3</sup>**

Es posible clasificar los adhesivos en los siguientes grupos, según sus propiedades de curado:

1. Reacción anaeróbica.
2. Curado por medio de luz ultravioleta (UV).
3. Reacción aniónica.
4. Sistemas de activación.
5. Curado por humedad.
6. Curado por reacción química.

### **4.2.1. Curado por reacción Anaeróbica**

<sup>3</sup>Este proceso se lleva a cabo por los adhesivos anaeróbicos, estos adhesivos curan a temperatura ambiente cuando se les priva de contacto con el oxígeno.

#### **4.2.1.I. Aplicación de los adhesivos anaeróbicos**

- Sellado de bridas
- Sellado y fijación de juntas, entre otras aplicaciones industriales.

El componente de curado permanece inactivo mientras está en contacto con el oxígeno atmosférico. Si al adhesivo se le priva del oxígeno atmosférico, el curado se producirá rápidamente, en especial las uniones entre piezas metálicas.

El curado del adhesivo también viene estimulado por el contacto entre las superficies del adhesivo y del metal, que funciona como catalizador. Los materiales pasivos sólo tienen un ligero efecto catalizador, que requiere el uso de activadores para lograr un curado rápido y completo. En este caso el activador se aplica a uno o ambos lados de la unión, antes de aplicar el adhesivo. De esta manera, no se mezclan componentes ni se ve afectada su vida útil.

Algunos ejemplos de materiales pasivos son:

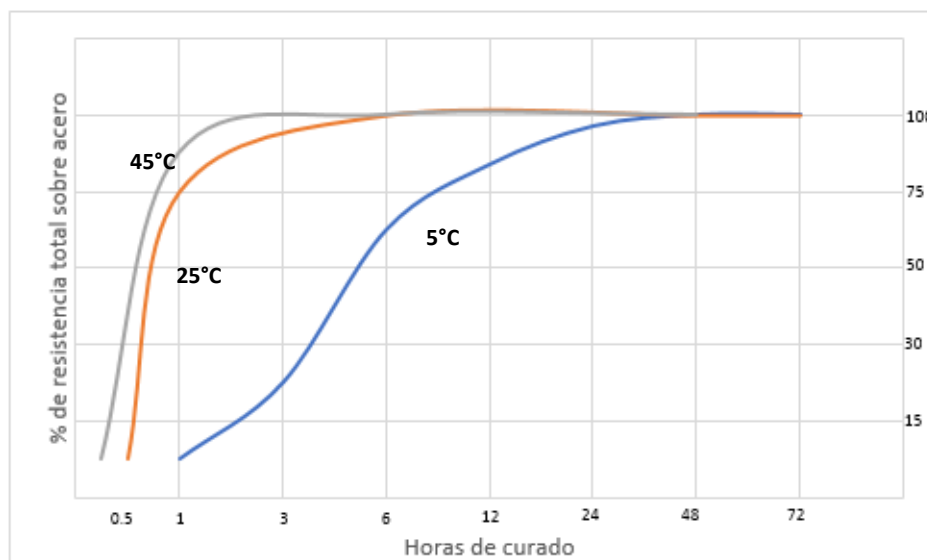
- Vidrio
- Zinc, Estaño
- Cerámica
- Acero de alta aleación
- Níquel, aluminio
- Capas de óxido
- Plata, Plásticos

Algunos ejemplos de materiales activos son:

- Acero
- Cobre
- Hierro
- Bronce

La velocidad de curado de los adhesivos anaeróbicos depende de los siguientes factores:

1. Temperatura: En la Figura 2 se muestra gráficamente la relación de la temperatura con la velocidad de curado.



**Figura 2.** Curado de los adhesivos con relación a la temperatura

2. Sustratos: En la Figura 3 se muestra el comportamiento de la velocidad de curado con respecto a los materiales:

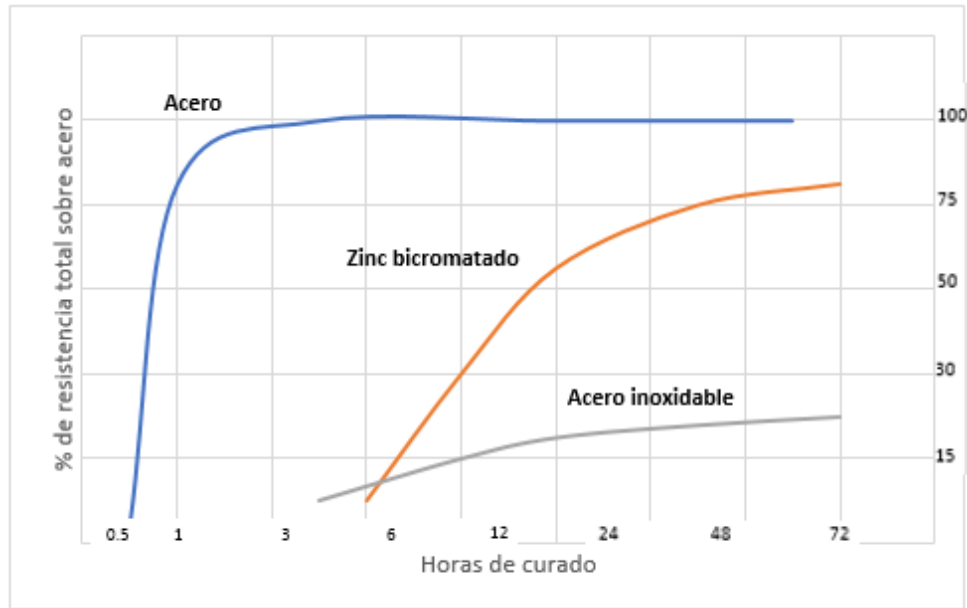


Figura 3. Curado de los adhesivos con relación a los sustratos

3. Activador: En la Figura 4 se muestra gráficamente la relación del activador con la velocidad de curado.

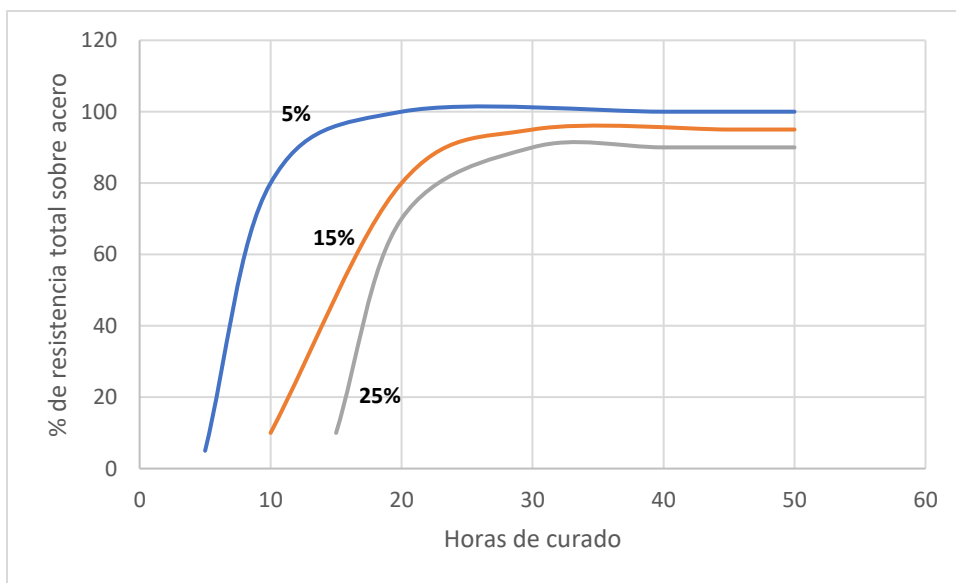
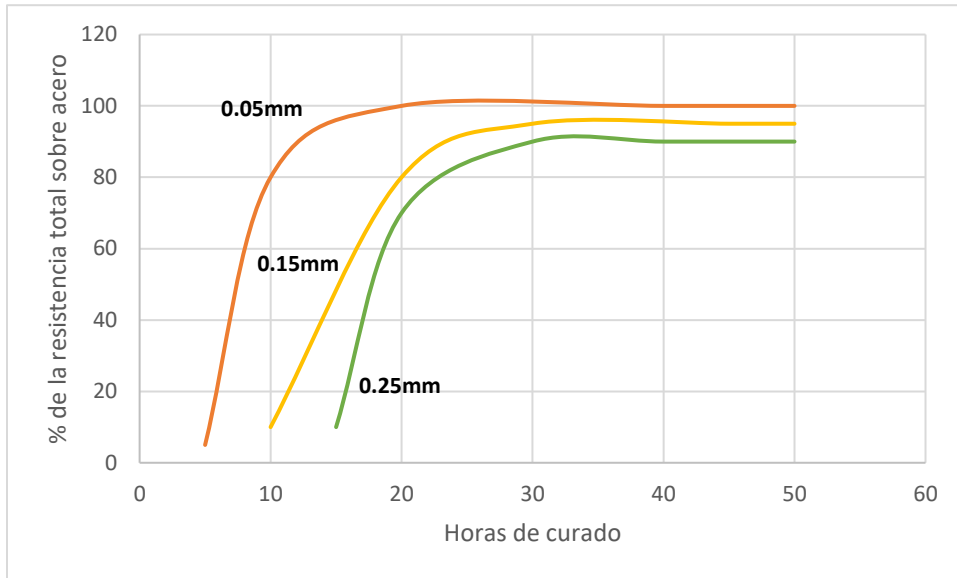


Figura 4. Curado de los adhesivos con relación a su activador

4. Holgura: En la Figura 5 se muestra gráficamente la relación de la holgura con la velocidad de curado.



**Figura 5.** Curado de los adhesivos con relación a la holgura

#### **4.2.2. Curado por medio de luz ultravioleta (UV)**

Este proceso se lleva a cabo dependiendo de la intensidad y de la longitud de onda de la luz UV, ya que esta luz es necesaria para el proceso de polimerización.

##### **4.2.2.1. Aplicaciones principales de adhesivos que curan por luz UV**

- Unión de piezas metálicas
- Pegado de materiales plásticos
- Adhesión de componentes electrónicos, etc.

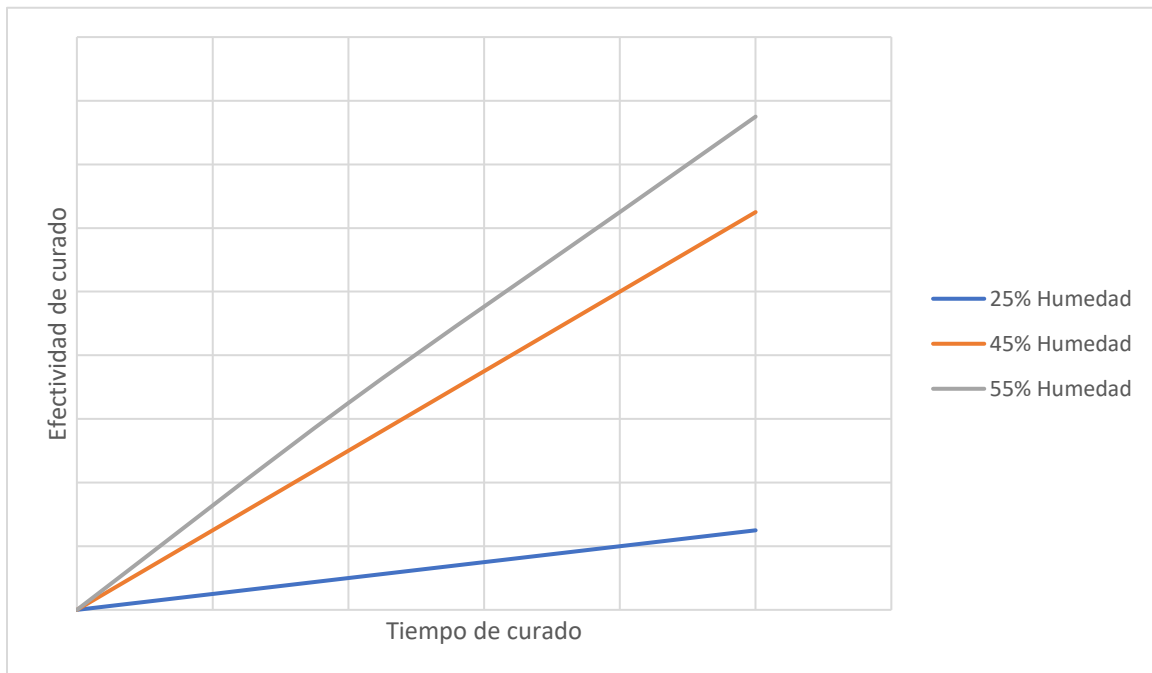
#### **4.2.3. Curado por reacción aniónica**

Este proceso de curado lo realizan comúnmente los cianocrilatos monocomponentes, o también conocidos como adhesivos instantáneos, los cuales polimerizan al tener contacto con superficies alcalinas.

#### 4.2.3.I. Aplicaciones principales de los adhesivos instantáneos (cianocrilatos)

- Unión de metales
- Unión de vidrio
- Pegado de materiales cerámicos
- Adhesión en trabajos que requieran resistencia al envejecimiento térmico, etc.

Estos adhesivos comienzan a curar desde que entran en contacto con humedad del aire y/o la humedad de la superficie. Las condiciones ideales para su correcto funcionamiento son entre 40% y 60% de humedad a temperatura de 20 a 25°C (Figura 6); también, el pH juega un papel muy importante, ya que en superficies ácidas ( $\text{pH} < 7$ ) el curado puede no llevarse a cabo, mientras que las superficies alcalinas ( $\text{pH} > 7$ ) aceleran el proceso de curado.



**Figura 6.** Curado de los adhesivos con relación a la humedad

#### **4.2.4. Curado mediante activadores (catalizadores)**

Este proceso lo realizan los adhesivos que requieren el contacto directo con un catalizador para desempeñar correctamente su función adhesiva. Este catalizador puede estar en la superficie del sustrato o deberá de mezclarse con el adhesivo, el cual reaccionará químicamente para “activar” la propiedad de adhesión.

El tiempo de la reacción será el mismo tiempo que el adhesivo tardará en curar, es decir, que al mezclar ambos componentes (adhesivo-activador) éste tendrá un tiempo límite de vida útil.

Algunas de las características que tienen los adhesivos que curan por este medio son:

- Resistencia a la tracción y al cizallamiento
- Resistencia a climas extremos (temperaturas bajas, temperaturas altas, rayos UV, humedad)
- Resistencia a los impactos

##### **4.2.4.I. Aplicaciones principales de los adhesivos catalizados**

- Relleno de holguras
- Adhesión de sustratos difíciles
- Uniones duraderas en el exterior

#### **4.2.5. Curado por presencia de humedad**

Este proceso se basa en una reacción de condensación llevada a cabo por la humedad existente en el medio ambiente. Generalmente los adhesivos que realizan este proceso son los poliuretanos y las siliconas.

##### **4.2.5.I. Poliuretanos**

Los adhesivos con esta base química utilizan las moléculas de agua como base de entrecruzamiento, ya que el agua migra al interior del adhesivo para

producir un enlace. Por tal motivo, la humedad es el principal factor que puede alterar la velocidad de curado de los adhesivos de poliuretano.

#### **4.2.5.I.I. Características de los adhesivos de poliuretano (PU)**

- Alta capacidad de elongación
- Flexibles
- Pintables (una vez curados)
- Resistencia a sustancias químicas
- Conserva sus propiedades aún sometiéndolo a temperaturas bajas

#### **4.2.5.I.II. Aplicaciones principales de los adhesivos de poliuretano (PU)**

1. Unión de plásticos y materiales sintéticos
2. Relleno de holguras
3. Sellador

#### **4.2.5.II. Siliconas**

La reacción que tienen estos materiales con la humedad es la vulcanización, proceso que se lleva a cabo incluso a temperatura ambiente. A diferencia de los adhesivos de poliuretano, las siliconas liberan un subproducto al reaccionar con las moléculas de agua.

El curado de este tipo de materiales se lleva a cabo del exterior al interior de la línea de unión.

#### **4.2.5.II.I. Características de las siliconas**

- Resistencia térmica
- Flexibilidad y elongación
- Resistencia al desgarre
- Resistencia a temperaturas altas y bajas



#### **4.2.5.II.II. Aplicaciones principales de las siliconas**

1. Sellado y formación de juntas
2. Sellado en aplicaciones de alta temperatura
3. Unión adhesiva de vidrio, metales, plásticos, entre otros materiales

#### **4.2.6. Curado por calor**

En este proceso el tiempo de curado va de la mano con la temperatura a la que es sometido, es decir, que a mayor temperatura, más rápido se lleva a cabo el curado. En este caso, existe una temperatura mínima de activación para los adhesivos que curan por este medio.

Los adhesivos que curan mediante este proceso regularmente son monocomponentes, es decir, que no se necesitan mezclar con algún tipo de catalizador. Un ejemplo de estos productos son los adhesivos epoxi o metacrilatos.

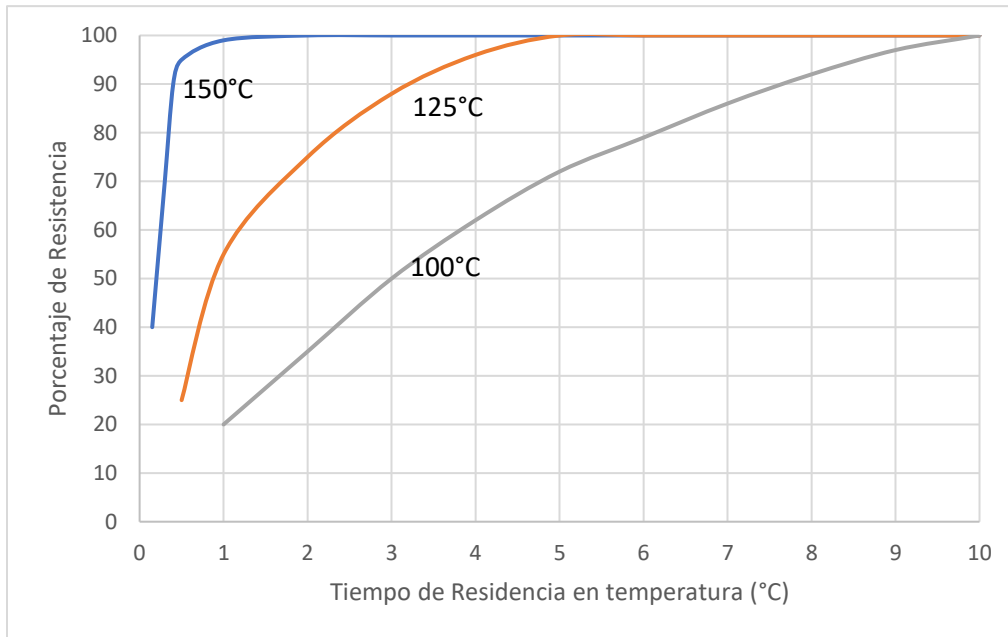
##### **4.2.6.I. Características de los epoxis**

- Resistencia alta a la abrasión
- Resistencia a la humedad
- Gran resistencia a temperaturas altas y bajas

##### **4.2.6.II. Aplicaciones principales de los epoxis**

- Adherencia a sustratos difíciles (como plásticos, metales, vidrio, cerámicos, concreto, piedra, etc.)
- Nivelante (capacidad de relleno)

En la Figura 7 se puede observar la relación de tiempo-resistencia con diferentes temperaturas:



**Figura 7.** Relación entre resistencia y tiempo de permanencia con temperatura

### 4.3. ¿cómo seleccionar el adhesivo correcto?

<sup>3</sup>La selección de un adhesivo debe de estar basada en consideraciones respectivas a las necesidades de pegado y de proceso, tales como lo son:

1. Sustratos para unir
2. Estado de agregación del adhesivo
3. Proceso de curado
4. Método de aplicación

#### 4.3.1. Sustratos para unir

La selección de un adhesivo siempre dependerá principalmente de los materiales que se desean unir, dependiendo del material, deberá de elegirse el adhesivo con la base química que ofrece una mayor afinidad a él. Así mismo, no

basta con sólo determinar la base química apropiada para los materiales, ya que existen factores en el proceso que determinarán las propiedades físicas y químicas necesarias para la correcta elección.

Por otro lado, hay sustratos que poseen una fuerza de adherencia débil, en este caso se necesita someter a un tratamiento que, dependiendo del material, promoverá la fuerza de adherencia para evitar desprendimientos no deseados en el producto final.

Es importante considerar que algunas superficies pueden tener reacciones químicas al entrar en contacto con el adhesivo si no se elige adecuadamente.

#### **4.3.2. Funcionalidad específica**

Regularmente los adhesivos son utilizados para unir una gran cantidad de materiales, sin embargo, en ocasiones se requiere, además de la adherencia, la capacidad de sellar, aislar o rellenar.

Antes de seleccionar un adhesivo, es recomendable conocer todas las funciones a las que estará destinada el producto, como por ejemplo:

##### **4.3.2.I. Conductividad eléctrica**

- Pisos de hospitales
- Quirófanos
- Laboratorios químicos

##### **4.3.2.II. Aislamiento térmico**

- Refrigeradores
- Hornos
- Intercambiadores de calor

##### **4.3.2.III. Aislamiento de ruido**

- Relleno de espacios huecos
- Muros
- Sellado de piezas automotrices

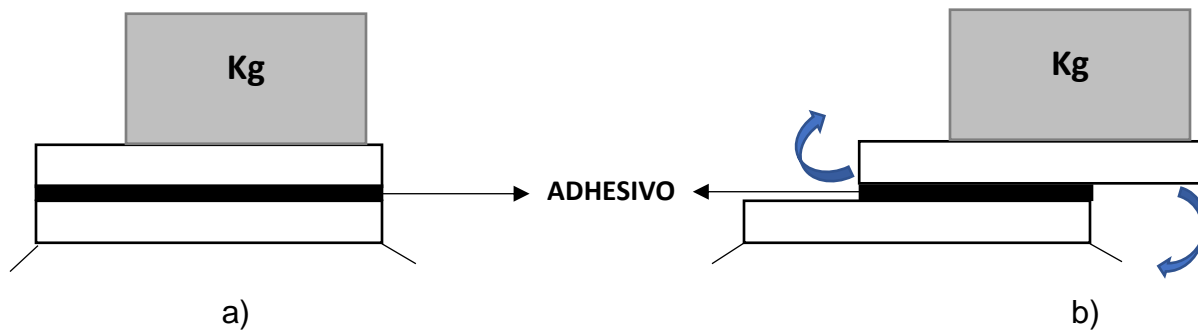
### 4.3.3. Condiciones de resistencia del producto final

Durante la selección del adhesivo es importante considerar el diseño de la unión, ya que dependiendo del tipo de unión (modo de distribución de las cargas), el adhesivo responderá de diferente manera según sea su flexibilidad, tenacidad, rigidez, etc.

La distribución uniforme de las tensiones entre los adherentes hace más resistente las uniones que donde se produce una concentración de tensiones.<sup>3</sup>

#### 4.3.3.I. CASO 1. Posición de pegado final

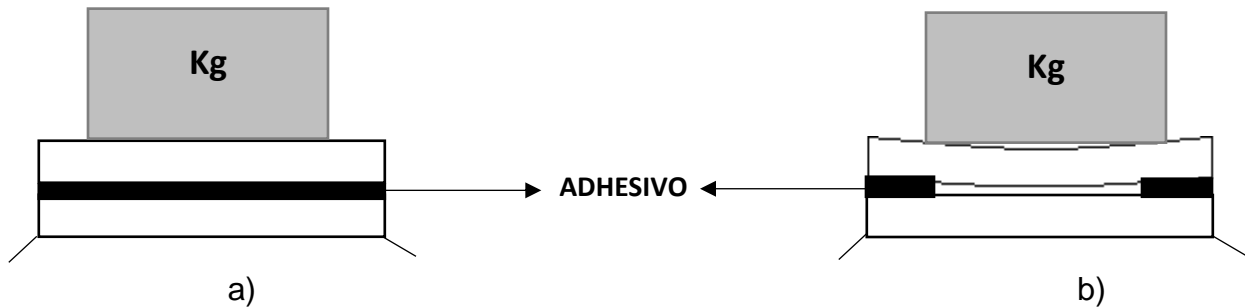
En la Figura 8 (a) se observa una unión que distribuye de manera uniforme la tensión provocada por el peso ejercido, mientras que, en la Figura 8 (b), la posición de los sustratos unidos favorece una función de palanca cuando se le aplica un peso, esta unión debilitará al adhesivo de manera rápida, ya que constantemente estará siendo forzado a despegarse del lado contrario al cual se le aplica el peso.



**Figura 8.** Distribución del peso ejercido por los sustratos unidos

#### 4.3.3.II. CASO 2. Aplicación insuficiente de adhesivo

En ocasiones, algunas uniones son sometidas a cargas o pesos adicionales a los proporcionados por los sustratos, en este caso es necesario que el adhesivo cubra la mayor área posible para que la distribución de tensiones sea uniforme, como se observa en la Figura 9 (a). De lo contrario, la resistencia del adhesivo será menor y esto puede provocar deformaciones o rupturas en los sustratos, tal y como se observa en la Figura 9 (b).



**Figura 9.** Influencia de la aplicación de los adhesivos en los sustratos

Por otra parte, si el sustrato al que se le aplica el adhesivo es poroso, hay que considerar que un porcentaje de la aplicación será absorbido y el restante quedará en la superficie que fungirá como el área de contacto; en este caso se recomienda una aplicación abundante, o en el caso de los adhesivos de contacto, una doble aplicación.

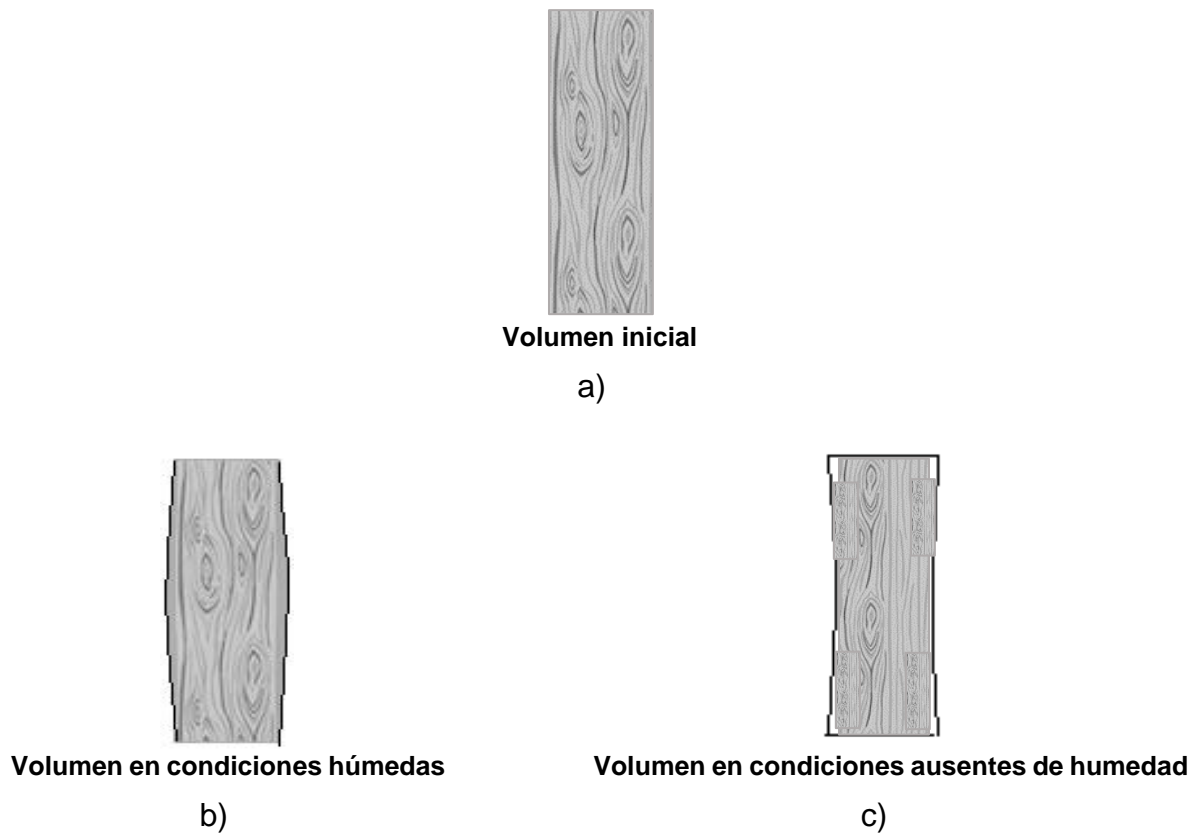
#### 4.3.3.III. CASO 3. Aplicación de un adhesivo no apto

Al momento de posicionar los sustratos para obtener el pegado deseado, existen factores que pueden determinar la durabilidad del desempeño del adhesivo utilizado, esto es, dependiendo de la flexibilidad y capacidad de dilatación existente entre adhesivo y adherente.

Para ejemplificar el párrafo anterior, se puede considerar una unión entre maderas, ya que, al ser materiales porosos y por ende absorbentes, cambian continuamente su tamaño conforme a las condiciones a las que se les somete. La madera tiende a aumentar su volumen cuando es expuesta a condiciones de humedad, ya que, dependiendo de su capacidad de absorción, la madera absorbe una cantidad de agua modificando el volumen inicial, por otro lado, el volumen de la madera disminuirá en ausencia de humedad.

De igual manera, la madera tiene modificaciones en sus dimensiones con los cambios de temperatura, pues en condiciones cálidas tienden a aumentar, mientras que en condiciones donde el calor es ausente, disminuyen.

En la Figura 10a-c se ilustra el cambio de dimensiones de un bloque de madera en relación con la humedad:



**Figura 10.** Cambios de dimensiones de la madera



Como se puede observar, el adhesivo flexible mantiene la unión, ya que permite trabajar en conjunto con el sustrato, mientras que el adhesivo no flexible, llega prontamente a su punto de ruptura, ocasionando un despegado no deseado.

#### **4.3.4. Condiciones de funcionamiento** <sup>3</sup>

Cada adhesivo fue diseñado para una o más necesidades en específico, dependiendo de diversos factores que conforman el proceso de pegado.

Algunos adhesivos tienen la capacidad de adherir a los sustratos únicamente si a estos se les da un tratamiento previo, ya sea mediante métodos electroquímicos, físicos o químicos, como lo es el uso de los “*primer*”. A este proceso se le conoce también como “*imprimación*”.

El tiempo de secado debe de ser tomado en cuenta, ya que, dependiendo de la tecnología y/o base química del adhesivo, éste puede alterar la efectividad del pegado, ya sea por un exceso de secado o por falta de secado antes de hacer la unión (adhesivos de contacto). La velocidad de secado depende completamente de las condiciones ambientales a las que se someta el adherente.

De igual manera, el proceso de curado requiere de diversos factores como la presión, temperatura y humedad, que, en ocasiones, no es posible mantener o que puede dañar el conjunto estructural.

#### **4.3.5. Condiciones de aplicación**

Las condiciones de aplicación o de servicio son, sin duda, decisivas al momento de seleccionar un adhesivo; por ejemplo:

**4.3.5.1. Temperatura:** En ocasiones los márgenes de temperatura de los adhesivos pueden ser inferiores a los del material a unir o a los que



requiere el proceso de pegado, por lo que es importante tomarlo en cuenta durante la selección del adhesivo.

**4.3.5.II. Humedad:** Entre otros factores del medio ambiente, la humedad juega un papel muy importante en el desempeño del adhesivo, definiendo la resistencia de la unión cuando se le someten cargas. Así mismo, la humedad puede alterar el tiempo de secado y tiempo abierto de los adhesivos, provocando un cambio en la velocidad de producción.

**4.3.5.III. Superficies:** Durante la selección del adhesivo hay que considerar los efectos que podrían tener otros líquidos o sólidos que se pudieran encontrar en las superficies de los materiales que se desean unir, tales líquidos pueden ser aceites, barnices, agua, desmoldantes y los sólidos comúnmente se presentan como polvo o impurezas existentes en el área de trabajo; la presencia de estas sustancias pueden provocar una disminución del desempeño del adhesivo, o incluso, hasta una adhesión nula, a pesar de haber seleccionado adecuadamente el producto.

#### **4.3.6. Requerimientos en la mecánica**

La mayoría de las uniones adhesivas son diseñadas para soportar algunos esfuerzos causados incluso por el peso de los mismos materiales, así mismo, necesitan resistir ciertas condiciones según su uso final. Por eso, es importante conocer todos los requerimientos de resistencia a los que se expondrá el adhesivo, tales como:

**4.3.6.I. Resistencia de impacto:** Es común que en las hojas técnicas de los adhesivos no se especifique la resistencia de impacto, es decir, la fuerza de pegado, ya que, al ser un adhesivo diseñado para un uso en específico, se sobre entiende que la resistencia de impacto es alta. Sin embargo, no siempre es así, ya que pueden existir adhesivos que sean de la misma tecnología, pero cambiando la base química que le otorga mejores propiedades de adhesión a ciertos sustratos y, por otro lado, que les reste

adhesión a otros tipos de materiales. Existen pruebas para medir cuantitativamente la fuerza de pegado en diferentes tipos de sustratos, entre ellas la prueba de **Peel Adhesion** y **Shear Strenght**

**4.3.6.II. Resistencia al corte:** En ocasiones es necesario realizar trabajos donde el adhesivo requiera resistir esfuerzos de corte, para estos casos regularmente se ocupan tecnologías epóxicas, así mismo, se debe de asegurar la resistencia al impacto anteriormente mencionada.

**4.3.6.III. Deformación:** Es importante identificar las uniones donde se requiere un adhesivo flexible y, por otro lado, un adhesivo rígido, dependiendo de la pieza final y de las condiciones a las que se pueda exponer.

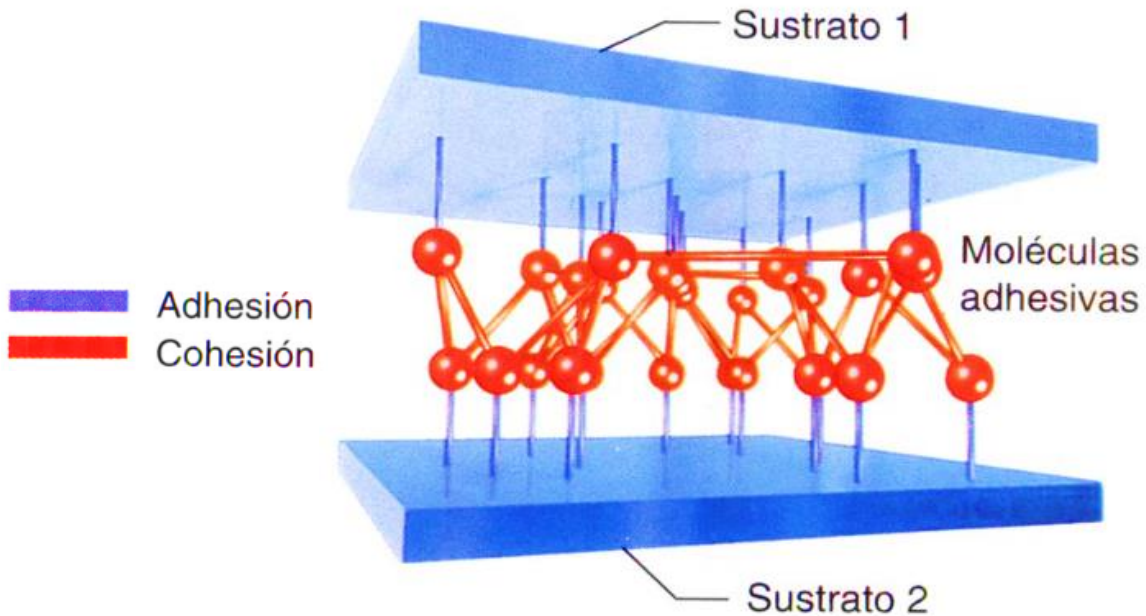
#### **4.4. Adhesión y cohesión**

Con anterioridad se mencionó de manera breve el significado de la adhesión y de la cohesión, pero ¿qué es realmente y cómo se pueden distinguir de manera visual? Para responder esto recordemos el concepto de cada uno

**4.4.1. Adhesión:** Es el proceso en el que dos superficies son mantenidas juntas mediante la fuerza de unión de un agente adhesivo. Es decir, la adhesión son las fuerzas interfaciales que se producen entre el adhesivo y la superficie del adherente (sustrato). Estas fuerzas son las que mantienen unido el adhesivo al sustrato, y por ello son de suma importancia en la unión adhesiva.

**4.4.2. Cohesión:** Es el estado que tiende a asociar, entre ellas mismas, a las partículas de una sustancia mediante fuerzas de valencia primarias o secundarias. En otras palabras, la cohesión es el estado en el cual las partículas del adhesivo se mantienen juntas. La cohesión del adhesivo es también de suma importancia en el mecanismo de una unión adhesiva, pues es la responsable de mantener unidas las partículas del adhesivo y, por lo tanto, les confiere la propiedad de resistencia cohesiva del material o unión.

En la Figura 13 se ilustra representativamente las zonas donde se presentan las propiedades de adhesión y cohesión:



**Figura 13.** Componentes de una unión adhesiva<sup>3</sup>

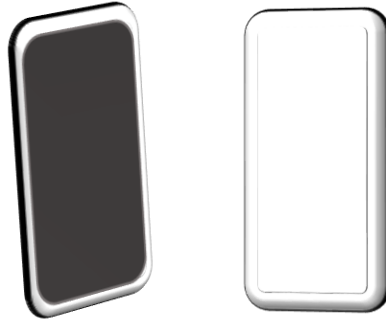
Como se puede observar, la adhesión se presenta en el contacto de adhesivo-sustrato y se presenta en dos zonas, debido a que son dos superficies que se desean unir.

Por otro lado, la cohesión existe únicamente en el adhesivo mismo, ya que son las fuerzas que mantienen al adhesivo unido a sí mismo.

Cuando se intenta despegar una unión entre sustratos es necesario ejercer esfuerzos mecánicos para conseguirlo, en este proceso pueden ocurrir tres “fallas” que nos indicarán si el adhesivo cumplió o no su función correctamente; estas fallas pueden ser:

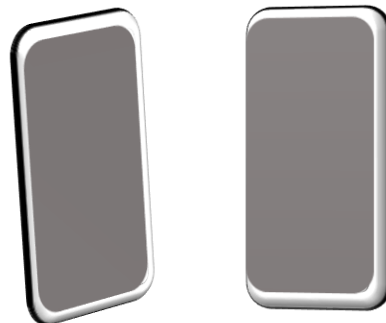
**4.4.3. Falla adhesiva:** Se identifica cuando, al momento de despegar los sustratos, se observa a una de las superficies unidas sin adhesivo, lo que indica que la fuerza entre el adhesivo mismo (cohesión) es mayor a la fuerza existente entre el adhesivo

y el sustrato (adhesión), por ello el adhesivo logra quedar en una sola superficie. Como se observa en la Figura 14.



**Figura 14.** Falla adhesiva

**4.4.4. Falla cohesiva:** Se observa cuando, al despegar la unión, el adhesivo se presenta en ambas superficies de donde fue unido, indicando que la fuerza del adhesivo mismo es inferior a la de la unión entre el adhesivo y el sustrato. Como lo muestra la Figura 15.



**Figura 15.** Falla cohesiva

**4.4.5. Falla de sustrato:** Se determina cuando la fuerza del adhesivo (adhesión y cohesión) es mayor a la del sustrato, es decir, que al momento de realizar el despegado, el sustrato se rompe antes de lograr separar las superficies donde se aplicó el adhesivo, como lo muestra la Figura 16.



**Figura 16.** Falla de sustrato

#### **4.5. Fuerzas de adherencia**

Para la selección adecuada de los adhesivos a utilizar y, así mismo, para comprender de mejor manera las técnicas de preparación de las superficies, es necesario conocer de manera general los mecanismos de adherencia.

La función que realizará el adhesivo, es decir, la adherencia, tiene como base dos tipos de fuerzas, que son:

**4.5.1. Fuerzas enlace de Van der Waals:** Estas fuerzas actúan entre el contacto de dos materias distintas, como lo son la unión entre el adhesivo y el sustrato.

**4.5.2. Uniones químicas:** Las fuerzas de adherencia producidas por enlaces químicos, dan como resultado una adhesión más resistente. Esto sucede cuando el adhesivo posee las propiedades necesarias para desarrollar una reacción química al entrar en contacto con la superficie del sustrato.

Existen algunos grupos químicos que destacan por su capacidad de formar enlaces de Van de Waals, mejorando así, la adherencia cuando están presentes en el adhesivo o el sustrato.

De los grupos químicos mencionados, destacan los que se muestran en la Tabla 1, ordenados de manera prioritaria según sus propiedades funcionales de adherencia:

**Tabla 1.** Atracción de fuerzas de Van der Waals

<b>Grupo</b>	<b>Atracción de Van der Waals</b>
<b>Ácido Orgánico</b>	Alta
<b>Nitrilo</b>	Alta
<b>Amida</b>	Alta
<b>Oxhidrilo</b>	Intermedia
<b>Ester</b>	Intermedia
<b>Acetato</b>	Intermedia
<b>Cloruro</b>	Intermedia
<b>Éter</b>	Baja
<b>Etileno</b>	Baja

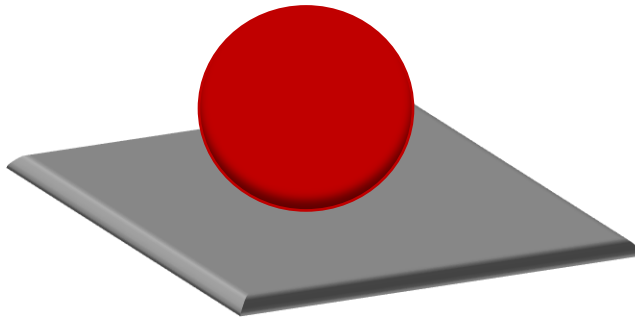
Los polímeros que cuentan con bajas propiedades de adherencia pueden incrementarlas con ayuda de la adición de ácidos orgánicos.

En el caso de las resinas epoxi, contienen estos ácidos orgánicos en el polímero curado, dando como resultado una capacidad muy alta de adhesión sin necesidad de la adición de algún aditivo para potenciar la función adhesiva.

Para llevar a cabo exitosamente la adherencia, es necesario que los materiales queden en contacto durante el proceso de curado del adhesivo. Esta acción se basa en el fenómeno de la tensión superficial, recordemos que todos los materiales, ya sean líquidos o sólidos, tienen fuerzas superficiales y a estas fuerzas se les denomina tensión superficial en los líquidos y, energía superficial en los sólidos.

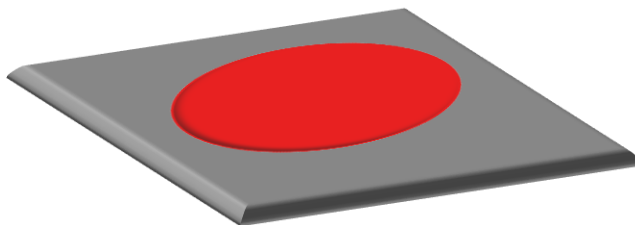
Para ejemplificar esto, podemos imaginar una gota de agua o cualquier líquido en una superficie plana, la tensión superficial del líquido le dará el aspecto físico o la forma convexa que conocemos como “gota”, Figura 17. En el caso de los sólidos, se extiende de manera aplanada.

:



**Figura 17.** Energía superficial de sólido menor al líquido

La forma de la gota depende estrictamente de la energía superficial. Por ejemplo, si la energía superficial del sólido es mayor a la del líquido, la gota se extenderá como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18.** Energía superficial de sólido mayor al líquido

La tensión superficial es la propiedad que define el contacto íntimo entre el adhesivo y la superficie sólida del sustrato. Todas las superficies de los sustratos tienen cierta textura a nivel microscópico y estas texturas se necesitan recubrirse para conseguir la unión deseada.

Si se disminuye la tensión superficial del líquido o, en su defecto, si se aumenta la energía superficial de sólido, se consigue como resultado un mejor “mojado” al momento de aplicar el adhesivo, es decir, que el adhesivo logra humectar la superficie del sustrato aumentando el área de contacto, dando como resultado una mejor adherencia entre superficies.

Entre menor sea la energía superficial, la adherencia de ciertos sustratos será menor o incluso nula. Cuando esto sucede, no basta con la aplicación de disolventes (limpieza), ni con la abrasión mecánica (como lo es el lijado) en las superficies para conseguir una adherencia satisfactoria. En la actualidad existen distintas maneras de ataque químico aplicado a las superficies para así mejorar la adherencia, de igual manera y como se mencionó con anterioridad, se pueden utilizar imprimaciones sobre las superficies que se desean unir con la finalidad de hacerlas aptas para conseguir una mayor fuerza de adhesión entre el adhesivo y las superficies de los sustratos.

Como conclusión, podemos observar que en situaciones donde las fuerzas adhesivas del adhesivo no sean las requeridas, podemos aumentarlas con una adecuada preparación y tratamiento de las superficies de los sustratos.



#### **4.6. FACTORES QUE DETERMINAN LA FUNCIONALIDAD DE LOS ADHESIVOS**

Para entender de mejor manera el comportamiento de los adhesivos es necesario comprender varios factores ajenos al producto que, con frecuencia, alteran el funcionamiento o la eficacia de algún adhesivo. Estos factores también dependerán de la tecnología del producto, ya que afectan de manera distinta según sea la base química. Entre los principales factores que modifican la adherencia se tienen las siguientes:

**4.6.1. Afinidad.** La afinidad entre el adhesivo con el sustrato es el principal factor que podrá definir el funcionamiento del producto, ya que para conseguir una adhesión satisfactoria deben de tener una estructura química similar o compatible sin provocar una reacción química al contacto.

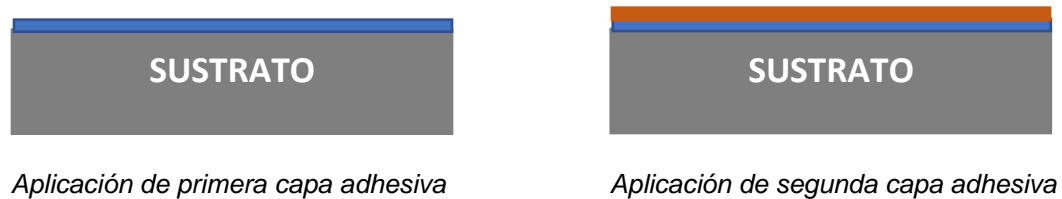
**4.6.2. Mojabilidad:** Es la capacidad o tendencia del adhesivo a “mojar” o humedecer la superficie, esto con la finalidad de facilitar el contacto entre el adhesivo y el área de contacto del sustrato.

**4.6.3. Penetración:** Es la tendencia del adhesivo a adentrarse en la porosidad del sustrato, asegurando así, una adhesión más resistente y promoviendo la ruptura de éste.

**4.6.4. Espesor de la capa adhesiva:** La consistencia del adhesivo y el equipo utilizado para la aplicación de éste definirá el grosor de la película de adhesivo aplicada. Así mismo, la capacidad de absorción del sustrato modificará la cantidad de adhesivo en la superficie, ya que, entre mayor absorción, menor cantidad de adhesivo queda en la superficie y, por ende, menor es el espesor de la capa o película adhesiva, provocando una escasa mojabilidad, dando como resultado una baja resistencia en la unión.

Sin embargo, existen adhesivos y sustratos que presentan mejores adhesiones cuando se aplican en capas muy pequeñas (aprox. 1mm). En estos casos es conveniente, cuando se realizan uniones que requieren de espesores mayores, realizar la aplicación en capas sucesivas del adhesivo, sin sobrepasar el tiempo de trabajo del mismo, para que se desarrollen máximas fuerzas de adherencia y consecutivamente las fuerzas de cohesión del adhesivo.

En la Figura 19 se representa la aplicación de las capas adhesivas.



**Figura 19.** Aplicación de capas adhesivas

**4.6.5. Flexibilidad de la capa adhesiva:** Como ya se explicó con anterioridad, los climas o condiciones a las que se exponen los materiales efectúan modificaciones en sus dimensiones, tales como una expansión en condiciones cálidas o una contracción en condiciones frías; estos efectos se proporcionan en distinta magnitud dependiendo de las propiedades del material (sustrato). En uniones con materiales que modifican sus dimensiones de manera significativa, como la madera o material de calzado, se requiere de adhesivos flexibles, ya que, de lo contrario, al expandirse o contraerse, el adhesivo llegará rápidamente al punto de ruptura, perdiendo sus propiedades adhesivas y cohesivas.

#### **4.7. PRINCIPALES FACTORES QUE ALTERAN EL COMPORTAMIENTO DE LOS ADHESIVOS Y SUS EFECTOS DURANTE LA APLICACIÓN**

##### **4.7.1. Adhesivos de contacto**

Existen factores que influyen y modifican el comportamiento de los adhesivos, según su tecnología, en las Tablas 2, 3 y 4 se muestran los factores principales y los efectos que éstos causan durante el proceso de adhesión con los adhesivos de contacto, base agua y hotmelt, respectivamente.

**Tabla 2.** Factor-efecto de los adhesivos de contacto

<b>FACTOR</b>	<b>EFECTO</b>
Temperatura del ambiente	A mayor temperatura, menor tiempo de secado y menor tiempo abierto, así mismo, a menor temperatura, mayor tiempo de secado y mayor tiempo abierto.
Humedad del ambiente	A mayor humedad, mayor tiempo de secado y viceversa, así mismo, también existe la posibilidad de la formación de una capa de agua en la superficie del adhesivo aplicado.
Tiempo de secado	Si no se le da el tiempo necesario de secado al adhesivo, al momento de realizar la unión, los vapores buscarán la manera de escapar, ejerciendo así, una tensión sobre la unión que dará como efecto un despegado no deseado.
Tiempo abierto	Cuando se realiza la unión después del tiempo abierto que ofrece el adhesivo utilizado, no se conseguirá una unión satisfactoria, por lo que será necesario realizar un proceso de reactivación o repetir la aplicación.
Cantidad aplicada	La cantidad dependerá de la capacidad de absorción de los sustratos, además puede alterar el tiempo de secado y tiempo abierto.

#### 4.7.2. Adhesivos Base Agua

**Tabla 3.** Factor-efecto de los adhesivos base agua

<b>FACTOR</b>	<b>EFEECTO</b>
Temperatura del ambiente	A mayor temperatura, menor tiempo de secado, así mismo, a menor temperatura, mayor tiempo de secado.
Humedad del ambiente	A mayor humedad, mayor tiempo necesitará de prensado y viceversa.
Tiempo de prensado	Si no se respeta el tiempo de prensado, que es el tiempo en el que seca el adhesivo, el resultado de la unión será débil.
Cantidad aplicada	La cantidad dependerá de la capacidad de absorción de los sustratos, además puede alterar el tiempo de secado.

#### 4.7.3. Adhesivos Hotmelt

**Tabla 4.** Factor-efecto de los adhesivos hotmelt

<b>FACTOR</b>	<b>EFEECTO</b>
Temperatura de aplicación	Si no se calienta lo suficiente, el adhesivo puede tapan las boquillas de aplicación, por el contrario, si se calienta demasiado, el adhesivo se puede carbonizar.
Temperatura del ambiente	A mayor temperatura, mayor tiempo abierto y viceversa.
Humedad y corrientes de aire en el ambiente	En ambientes con mucha humedad y corrientes de aire, el tiempo abierto se acorta, es decir, que el adhesivo se enfría más rápidamente.
Tiempo abierto	Si se excede el tiempo abierto de estos adhesivos, perderá sus propiedades adhesivas y será necesario volver a repetir el proceso de calentamiento.

#### **4.8. MECANISMOS DE ADHERENCIA**

La adhesión se puede llevar a cabo de dos distintas maneras, como lo son:

**4.8.1. Adhesión específica:** Es la adhesión producida mediante las fuerzas intermoleculares entre dos superficies,

**4.8.2. Adhesión mecánica:** Es la adhesión efectuada mediante el curado o fraguado de un adhesivo, esto debido a las fuerzas de adhesión, cohesión y la capacidad de absorción de los sustratos.

#### **4.9. TRATAMIENTO DE SUPERFICIES**

La adhesión también se puede definir como el estado en el que dos superficies se mantienen unidas mediante uniones interfaciales.

Considerando la definición anterior, se comprende que se trata de un fenómeno de superficie. Dentro de la unión adhesiva, la interfase adhesiva, que es la región que comprende el sustrato y el adhesivo, es una región que debe de estar exenta de cualquier sustancia que puede intermediar por más diminuta o microscópica que sea, pues se corre el riesgo de que esta interfiera entre la unión del sustrato y el adhesivo, causando un incorrecto proceso de adhesión.

Las partículas o sustancias intermedias (agentes contaminantes) pueden tener origen de diversa naturaleza, ya que pueden ser partículas resultantes del proceso de manufacturado como grasas, aceites, solventes, residuos de corte, etc; o incluso pueden ser residuos del sustrato mismo.

La aseguración de la ausencia de estos agentes contaminantes se convierte en un factor decisivo en el desarrollo del proceso de adhesión, por lo que en cada proceso se requiere mantener libres de partículas y líquidos a las superficies de los sustratos. A esto se le conoce como Tratamiento de Superficies.

Como ya se explicó, los tratamientos de superficies son técnicas basadas en eliminar los componentes contaminantes de las superficies que se desean unir mediante los mecanismos ya mencionados anteriormente (adhesión específica o

adhesión mecánica) o mediante la modificación física o química. Dichas modificaciones en las superficies tienen como finalidad lograr una rugosidad adecuada para lograr la adhesión o, así mismo, modificar la estructura de los enlaces moleculares de la superficie.

Estos tratamientos superficiales pueden tener la función de proteger a la superficie de los sustratos (como es el caso con metales), o bien, como activadores, potenciando la reticulación del adhesivo aplicado.

Resumiendo, los objetivos principales de los tratamientos superficiales son:

- Evitar la formación de agentes contaminantes en la superficie que le restan efectividad al desempeño del adhesivo;
- Aumentar las fuerzas de adhesión, potenciando el tiempo de durabilidad de la unión realizada;
- Generar sobre la superficie una rugosidad que incremente las fuerzas de unión.

Si bien, la resistencia física o resistencia mecánica está relacionada con las fuerzas de adherencia que se desempeñan entre el adhesivo y el sustrato, ya que para unirse requieren de un íntimo contacto molecular; es por esta razón que las superficies deben de estar limpias y libres de agentes contaminantes.

Dependiendo del material que se desea unir, es importante la selección del proceso de tratamiento de superficie. Entre los factores que determinan la preparación superficial están:

- Tecnología del adhesivo (tipo de adhesivo)
- Dimensiones y naturaleza de las superficies (sustratos)
- Condiciones a las que se expondrá la unión
- Reacciones derivadas por los componentes químicos que intervienen en el proceso de adhesión
- Costo de proceso

#### **4.9.1. Tipos de tratamiento superficial**

Para cada tipo de sustrato y proceso existen diversos tipos de tratamiento superficial, sin embargo, definir un número concreto o aproximado de estos tipos de tratamiento se saldría de los objetivos principales de este proyecto, por lo que se abarcarán algunos de los más utilizados dentro de la amplia variedad que se pueden encontrar, pues así mismo, existen posibles combinaciones de sustratos y adhesivos que requieren de ciertos procesos según sea la necesidad de resistencia a las condiciones en las que será expuesta la unión. Entre los tipos de tratamientos superficiales más utilizadas en la industria adhesiva se encuentran:

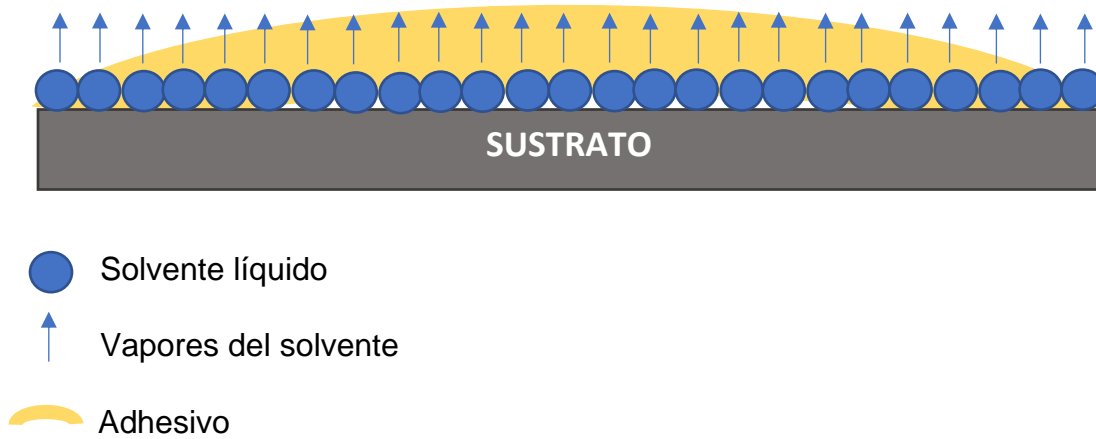
##### **4.9.1.I. Limpieza de las superficies**

La limpieza superficial incrementa la adherencia, esto debido a que las partículas contaminantes disminuyen el contacto entre el adhesivo y sustrato, efectuando una baja o nula adhesión.

Actualmente existen diversas técnicas de limpieza superficial, por lo general, la que se empleará va a depender de los sustratos; para ejemplificar esto, se puede suponer una superficie metálica, donde lo primero que se debe de hacer es retirar los aceites o grasas utilizando algún solvente que pueda remover la mayor cantidad posible y, a pesar de eso, la superficie puede no quedar totalmente acondicionada para realizar la unión.

Un factor importante en este proceso es el secado del solvente con el cual se limpia la superficie metálica, ya que, al permanecer fresco, se considera un agente contaminante debido a que, si se aplica el adhesivo en esas condiciones, no habrá contacto directo entre el adhesivo y el sustrato, disminuyendo así, la adhesión.

En la Figura 20 se muestra de manera ilustrativa esta acción:



**Figura 20.** Secado del solvente de limpieza

#### **4.9.1.II. Abrasión Física**

La abrasión física, o también conocida como abrasión mecánica, es una técnica de preparación de superficies que consta en eliminar las partículas contaminantes (o agentes contaminantes) que se encuentran en las superficies de los adherentes (sustratos), proporcionando así una superficie que aumenta el área de contacto y, por lo tanto, aumenta la adhesión entre el adhesivo y el contacto.

La ausencia de estos agentes contaminantes y así mismo, el aumento de contacto entre superficie del sustrato y el adhesivo, efectúan una mejora en la fuerza de adherencia y, por consiguiente, se alarga el tiempo de vida de la unión, es decir, que se retarda el tiempo de fractura mecánica o abrasión física en la unión adhesiva.

Existen distintos métodos para realizar esta abrasión física, sin embargo, se pueden clasificar en automáticos y manuales, desde una lija de papel, un cepillado o chorreado abrasivo con impacto de arena, entre otros.



Al término del proceso de tratamiento de abrasión, se debe de realizar la limpieza de la superficie del sustrato para anular la presencia de los agentes contaminantes como polvo o residuos derivados al proceso previamente realizado. Es importante que la aplicación del adhesivo se realice inmediatamente después de la limpieza de superficies, antes de que vuelvan a aparecer nuevamente partículas contaminantes que eviten el contacto entre adhesivo y sustrato.

En ocasiones es necesario utilizar agentes químicos como técnica de abrasión de superficies. A estos agentes se les denomina “decapantes” y se encargan de eliminar la capa externa del sustrato, efectuando así, una superficie adecuada para el proceso de aplicación del adhesivo, garantizando un contacto directo entre el producto y el sustrato.

Es importante que los decapantes no alteren o modifiquen químicamente a la superficie del sustrato.

#### **4.9.1.III. Tratamientos Químicos**

Para alargar la vida útil de la unión, es decir, para tener una mejor adhesión, es necesario realizar tratamientos químicos, sin embargo, estos tratamientos tienen ciertas limitaciones que son necesario considerar para el control de manera rigurosa de la generación de partículas contaminantes (residuos) o para asegurar que no existirá una modificación intrínseca en el proceso de tratamiento superficial.

Dentro de las técnicas de tratamiento superficial, existe una gran variedad de tratamientos químicos y la elección de estos va a depender de la necesidad del proceso o del material del sustrato que se pretende adherir.

Las uniones donde se requiere de aumentar la tensión superficial son un ejemplo de la necesidad del uso de estos tratamientos superficiales químicos, ya que promueven la adhesión entre adhesivo y sustrato, efectuando una unión duradera.

#### **4.9.1.IV. Imprimaciones**

Otra manera de llamar a las imprimaciones es *primers*, estas son sustancias químicas que deben de ser aplicadas sobre la superficie del sustrato o los sustratos (según sea el caso) y funcionará como intermedio entre el sustrato y el adhesivo, es decir, aumentará la fuerza de adhesión. Es por eso que la imprimación se deberá de elegir dependiendo del tipo de adhesivo y materiales utilizados.

Las imprimaciones cumplen la función de protección a la superficie del sustrato, así como mejorar la interacción entre el adhesivo y el sustrato.

En ocasiones, las imprimaciones son utilizadas como prevención de posibles fenómenos de falla en los procesos automatizados, ya que, por lo general, no es posible mantener el control estricto del proceso.

#### **4.10. CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS ADHESIVOS**

Los adhesivos son materiales realizados con polímeros y poseen limitaciones en las temperaturas de reacción y estabilidad, es por ello que se requiere de ciertas condiciones de almacenamiento para cada tipo o cada tecnología de adhesivo, dependiendo de su reactividad o incluso hasta de su estructura química.

Los adhesivos, según su tecnología, tienen un aspecto de trabajo característico que puede llegar a ser modificado si se somete a cambios de temperatura drásticos, provocando así, una disminución en las propiedades mecánicas o fisicoquímicas del adhesivo, tales como un cambio en el tiempo de secado, en la fuerza de adhesión, o incluso hasta el tiempo de vida útil. Esto puede tener repercusiones en pequeñas uniones realizadas de manera particular (en el hogar, reparaciones sencillas) donde no se considera un trabajo de alta responsabilidad, sin embargo, estos cambios pueden perjudicar de gran manera hasta en los procesos industriales donde se espera trabajar con las condiciones especificadas en las hojas técnicas que ofrece el proveedor del adhesivo, ya que los procesos automatizados no consideran estos cambios como lo podría hacer un operador de manera presencial,

teniendo como consecuencia una posible baja en la calidad del producto final, provocando una reclamación por parte del usuario a la fábrica de adhesivos.

Concluyendo, los adhesivos no se deben de someter a temperaturas excedentes a sus límites de estabilidad. Esta temperatura deberá de ser especificada en una hoja técnica entregada por parte de la fábrica, al igual que el tiempo de vida media del adhesivo, es decir, su caducidad una vez que el envase o contenedor es abierto.

## **5. OBJETIVOS**

---

## **OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Dar a conocer la importancia que adquiere un ingeniero químico en la industria química, particularmente en el sector de adhesivos, solucionando problemáticas en las industrias que lo requieren e implementando nuevos productos adaptándolos a procesos industriales específicos. Así mismo, compartir la experiencia laboral en este campo a los estudiantes de ingeniería química, Química Industrial, Ingeniería Mecánica y similares, en apoyo a su formación.

### **5.2. Objetivos Particulares**

1. Informar las actividades y funciones realizadas durante la estancia laboral dentro de la industria química, especializado en el sector de adhesivos, laborando como consultor técnico.
2. Entender las responsabilidades y la importancia de las actividades del consultor técnico en los procesos industriales donde se le requiere.
3. Identificar la importancia de las actividades y funciones de un Consultor Técnico en la implementación de nuevos productos adaptados a los procesos de producción de diversas industrias.

## **6. DESCRIPCIÓN DE DESEMPEÑO LABORAL**

## **7. HIPÓTESIS**

---

## **6.1. DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DENTRO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA**

La estancia laboral en la industria química tuvo comienzo desde el día 27 de febrero del año 2019, fecha de comienzo del desempeño en el puesto de Consultor Técnico.

En este puesto, la responsabilidad fue en la realización de pruebas de validación a nivel laboratorio de los productos adhesivos para determinar su funcionalidad tomando en cuenta los materiales involucrados, las necesidades en el proceso de producción de los prospectos y el ramo o los ramos en donde se estaría comercializando dicho producto, tales como pueden ser las industrias de empaque, automotriz, muebles y/o construcción.

Así mismo, el compromiso de realizar y actualizar las hojas técnicas de los productos nuevos desarrollados y los ya existentes, respectivamente; especificando las propiedades fisicoquímicas correspondientes. Estas especificaciones se determinaron con base en los resultados de las mediciones que realicé en conjunto con el departamento de investigación y desarrollo.

De manera externa, se realizaron visitas denominadas “visitas de levantamiento” en procesos donde se requerían adhesivos. Estas visitas se basan en observar las necesidades de los prospectos, tomando las mediciones necesarias, analizando los materiales o sustratos y considerando los fenómenos que pueden intervenir en el proceso de pegado, Posteriormente y tomando en cuenta todos los factores identificados en la visita, establecí los productos adhesivos que podrían ser útiles en los procesos requeridos (según el sector dirigido). Una vez seleccionado el producto recomendado, se procede a realizar las visitas denominadas “visitas de implementación”, donde la responsabilidad era hacer funcionar los adhesivos en las máquinas correspondientes de los prospectos y siguiendo sus procesos habituales, en ocasiones, se requería de ajustar los parámetros de sus equipos para conseguir un mejor desempeño del producto u optimizar su proceso.

Otras visitas realizadas fueron las “visitas de seguimiento” y “visitas por reclamación”. Las visitas de seguimiento tienen la finalidad de darle la atención a

los clientes de manera frecuente para asegurar el buen uso de los adhesivos, así mismo, para la mejora continua de sus procesos de pegado.

Sin embargo, en ocasiones, sucedía que los clientes mostraban inconformidad con respecto a alguna propiedad del adhesivo, ya sea la viscosidad, maniobrabilidad, color o incluso la adherencia, entre otras. Cuando esto sucedía, le daba seguimiento de manera interna con el lote y código del producto, inspeccionando las muestras patrón que el departamento de calidad retenía en cada producción. Las pruebas que les hice para descartar fallas en el adhesivo dependieron de su tecnología. A continuación, enlisto las principales pruebas realizadas en cada caso:

#### **6.1.1. Adhesivo termofusible**

- Comportamiento de viscosidad a diferentes temperaturas (curva de viscosidad)
- Tiempo abierto
- Tiempo de agarre (set time)
- Fuerza de pegado,
- Temperatura de reblandecimiento

Y dependiendo de la necesidad del cliente, les realizaba pruebas puntuales que simularan su proceso.

#### **6.1.2. Adhesivos base agua**

- Tiempo de secado
- Apariencia o color
- Viscosidad,
- Porcentaje de sólidos
- pH
- Fuerza de pegado
- Olor
- Estabilidad térmica



Y dependiendo del producto, hice pruebas específicas para asegurar su funcionalidad.

### **6.1.3. Adhesivos de contacto**

- Viscosidad
- Tiempo de secado
- Tiempo abierto
- Fuerza de pegado

### **6.1.4. Selladores y silicones**

- Tiempo de formación de película superficial
- Tiempo de curado total
- Elongación
- Resistencia térmica
- Fluidez

Cuando las muestras patrón no presentaron las características reclamadas por el cliente, realicé visitas por reclamación a las plantas productivas donde observaba el proceso, las condiciones de las máquinas, condiciones climáticas y demás factores que pueden alterar la función adhesiva del producto, partiendo de estos conocimientos, optimicé algunos procesos industriales, dando a conocer las observaciones pertinentes para aumentar la eficiencia de su proceso.

Entre las actividades en las cuales me apoyé con el área de investigación, realicé la validación de nuevos desarrollos mediante pruebas de funcionalidad, considerando el sector para el que fue diseñado o a los que va dirigido el adhesivo y simulando a escala el proceso de los clientes o prospectos interesados.

También me encargué de dar capacitaciones a los operadores de las industrias que lo necesitaran, a los vendedores (para el caso de los distribuidores) y para los interesados en la materia de los adhesivos. Estas capacitaciones las realicé en las instalaciones de los clientes y también de manera virtual. Así mismo, capacité internamente al personal de apoyo para la venta y promotores.

## **7.1. HIPÓTESIS**

Teniendo el conocimiento de las actividades y funciones que ejerce un consultor técnico dentro de la industria química (por ejemplo, en la industria de adhesivos), su importancia en diversos sectores; los estudiantes de las carreras de Ingeniería Química y Química Industrial adquirirán una idea clara acerca de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante su formación académica como futuros profesionistas.

## **8. METODOLOGÍA**

---

## **8.1. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE HOJAS TÉCNICAS**

Las hojas técnicas, también conocidas como fichas técnicas; hojas de datos u hojas de características, son documentos donde se describe el producto, especificando sus aplicaciones, métodos de uso, características especiales, propiedades fisicoquímicas, presentaciones de empaque, tiempo de vida, almacenamiento, recomendaciones de limpieza y precauciones de uso. Una hoja técnica debe de incluir lo que se representa en el **ANEXO 1**.

### **8.1.1. Elaboración de nueva hoja técnica**

Las especificaciones se realizan mediante pruebas de medición que son realizados entre las áreas de investigación y desarrollo y consultoría técnica. Estas pruebas dependerán de la tecnología del adhesivo y se le dará un límite superior e inferior a cada propiedad para que, en cada lote de producción, el departamento de aseguramiento de calidad lo pueda aceptar o rechazar, basándose en el cumplimiento de estos intervalos. Los límites permisibles se delimitan dependiendo del proceso y método de aplicación para el cual fue diseñado, de modo que no deje de ser funcional para el usuario.

### **8.1.2. Actualización de hoja técnica**

Las hojas técnicas requieren de ser actualizadas periódica o eventualmente, según la necesidad. Dicha actualización puede deberse a:

1. Modificación en alguna estructura o propiedad fisicoquímica del adhesivo.
2. Actualización de formato.

El caso número 1 puede ser consecuencia de algún cambio de materia prima que modifique la estructura y especificaciones originales sin alterar su función adhesiva y manteniendo la buena manipulación en el proceso actual. En esta situación, se debe de modificar también, el número de revisión con la finalidad de dejar un historial de las modificaciones realizadas desde el origen del producto hasta las modificaciones actuales.

En el caso 2, la actualización de las hojas técnicas se realiza cuando existe un cambio en la estructura del formato en el cual se redactan las especificaciones técnicas, pudiendo requerir mayor o menor información, respectivamente.

## **8.2. METODOLOGÍA PARA VISITAS DE LEVANTAMIENTO**

Durante los procesos industriales, enfatizando los procesos de pegado donde se requieren adhesivos, existen factores que influyen en los requerimientos del prospecto para cubrir su necesidad de adhesión. El objetivo de estas visitas es observar las condiciones en las que se realiza el proceso industrial, así mismo, identificar los requerimientos que debe de cumplir el producto terminado y considerarlos durante la selección del adhesivo correspondiente para su futura implementación. Los factores de mayor impacto son los que se mencionan a continuación

### **8.2.1. Factores Ambientales:**

Estos no siempre se pueden controlar de manera natural, ya que son cambiantes e incluso hasta impredecibles, necesitando de instalaciones especiales para poder mantenerlos y controlarlos. Los principales factores son:

- Temperatura
- Porcentaje de Humedad
- Corrientes de viento
- Radiación UV

### **8.2.2. Factores de Proceso:**

Los procesos industriales requieren de distintos equipos de aplicación, según sea la necesidad, la tecnología del adhesivo, la posibilidad y la decisión del cliente. En ocasiones, el equipo utilizado permite regular parámetros en el proceso de pegado, tales como:

- Presión (prensas)
- Cantidad aplicada
- Velocidad de máquina

### **8.3. METODOLOGÍA PARA VISITAS DE SEGUIMIENTO**

Las visitas de seguimiento se realizan, en su mayoría, por solicitud de los clientes, con la finalidad de realizar las observaciones necesarias para asegurar el buen funcionamiento del adhesivo durante el proceso y así evitar o disminuir las posibles fallas de adhesión en el producto final.

Estas visitas también se realizan para que, en caso de que los clientes hagan una modificación en los materiales involucrados, se prevenga acerca de la funcionalidad del adhesivo y, de ser necesario, cambiar el producto por alguno que ofrezca la fuerza adhesiva ideal y que, al mismo tiempo, se adapte al proceso.

### **8.4. METODOLOGÍA PARA VISITAS POR INCONFORMIDAD**

En ocasiones, los clientes reportan dificultades o anomalías que surgen eventualmente en su proceso industrial y que les altera la calidad del producto final y, así mismo, retrasa la producción planeada. Este tipo de visitas tiene la finalidad de observar que la inconformidad se deriva en el proceso de pegado del cliente. Cuando esto sucede, se realiza un análisis interno siguiendo los siguientes pasos:

1. Solicitar al cliente el número de lote del producto con el cual está reportando la inconformidad.

2. Rastrear, de manera interna, dicho número de lote con el departamento de calidad, ya que, por procedimiento, por cada lote fabricado se retiene una muestra.
3. Se procede a realizar el análisis correspondiente, según sea la inconformidad del cliente. Estas pruebas se realizan de manera comparativa utilizando una muestra patrón designada.

Con base en los resultados obtenidos de los análisis realizados, existen dos posibilidades de respuesta:

#### **8.4.1. CASO 1. Detección de variación en la muestra del lote reportado.**

El objetivo de los análisis es encontrar la solución a los inconvenientes que llegue a reportar el cliente (con relación al adhesivo y el proceso de pegado), por lo que, al detectarse una desviación en los parámetros estructurales del producto, se reporta al área comercial para determinar la posibilidad de un cambio o devolución del producto. De la misma manera, se reporta con las áreas de calidad, producción e investigación para la examinación del punto crítico que dio como consecuencia dicha desviación en el producto, como lo pueden ser los cambios de materia prima, aseguramiento del cumplimiento de los tiempos de producción especificados, condiciones de los equipos de producción, entre otros.

#### **8.4.2. CASO 2. Inconformidad reportada no detectada.**

Esto es, cuando después de los análisis realizados, no se detecta alguna desviación en los parámetros estructurales del adhesivo. Sin embargo, se debe de encontrar la solución para la inconformidad reportada por el cliente.

Para esto se realiza un estudio presencial en la planta industrial del usuario, considerando los posibles factores, anteriormente mencionados, que pueden alterar la funcionalidad, efectividad o alguna propiedad fisicoquímica del adhesivo utilizado. Si esto es el caso, se reporta lo detectado a los supervisores de producción o el encargado del área.

En este reporte se propone una solución enfocada al proceso con la finalidad de controlar, en la medida de lo posible, los factores identificados que alteran la funcionalidad del adhesivo. Así mismo, se deslinda la responsabilidad del producto.

## **8.5. METODOLOGÍA PARA CAPACITACIÓN**

Para realizar capacitaciones, el capacitador debe de contar con los conocimientos suficientes y especializarse en el ramo para atender todas las dudas de la audiencia, tomando en cuenta los temas que puedan relacionarse con el objetivo central de la capacitación, es decir, que, para realizar una capacitación de adhesivos, es necesario contar con el conocimiento de los factores que lo involucran; por lo que este trabajo se vuelve de suma importancia y complejidad.

Las capacitaciones tienen un enfoque en particular, el cual dependerá del objetivo de la capacitación y hacia el segmento al que pertenezca la audiencia. Para ejemplificar los segmentos, a continuación, se enlistan los que con mayor frecuencia requieren capacitarse.

1. Gerentes de planta
2. Supervisores de producción
3. Analistas de calidad
4. Operadores de máquina
5. Vendedores
6. Compradores
7. Usuarios finales

Además del conocimiento técnico especializado en los adhesivos, es importante asegurar que la audiencia logre percibir o entender lo que el capacitador quiere expresar, por lo que, al conocer el segmento dirigido, es posible utilizar o evitar los tecnicismos correspondientes.



## **8.6. METODOLOGÍA PARA LA VALIDACIÓN DE NUEVOS DESARROLLOS**

Una validación de producto no es más que la verificación de cumplimiento de ciertos parámetros o ciertas propiedades específicas que garanticen un cambio imperceptible en el producto, es decir, que el usuario final no tenga inconvenientes con la nueva formulación en su proceso y desempeño.

La validación de nuevos productos se realiza mediante pruebas de funcionalidad sin incumplir las especificaciones requeridas o solicitadas por los prospectos. Esta metodología únicamente se llevará a cabo cuando el área comercial consiga la oportunidad de iniciar un nuevo proyecto a algún posible cliente; derivado a eso, el área de investigación y desarrollo se ocupará en la formulación y elaboración de muestras que puedan cumplir con los parámetros solicitados.

Las evaluaciones comienzan con la identificación de la tecnología del adhesivo, partiendo de esto, se definen las pruebas necesarias para comenzar a validar el producto. Las pruebas básicas para cada tecnología son las siguientes:

### **8.6.1. Adhesivos de contacto**

**8.6.1.I. Apariencia:** Esta prueba se realiza de manera visual. Se identifica que el producto se encuentre como una mezcla homogénea y que cumpla con el color solicitado por el cliente, o en su defecto, que el color natural del producto no afecte a la pieza final del usuario.

**8.6.1.II. Viscosidad:** La viscosidad nos definirá el método por el cual el adhesivo debe de ser aplicado, ya que los procesos y equipos son muy variantes entre industrias, incluso para adherir los mismos sustratos. En esta prueba se requiere de un equipo denominado “viscosímetro”; según sea el tipo de viscosímetro, será su manipulación para la determinación de esta propiedad, la cual será especificada en las hojas técnicas.

**8.6.1.III. % de sólidos:** Un adhesivo se compone de dos partes: vehículo y sólidos:

El vehículo son los solventes que dan la característica líquida a los adhesivos, en este caso, el vehículo son las mezclas de solventes orgánicos que permiten la disolución de la resina y la manipulación necesaria del adhesivo; estos solventes se pueden percibir mediante el aroma característico que los identifica.

Así mismo, los sólidos son la parte adhesiva y restante del adhesivo una vez que el vehículo se evapora, es decir, que los sólidos son la parte sobrante del producto cuando éste seca. Esta propiedad define la fuerza de adhesión que ofrece el adhesivo, de igual manera, el aumento o disminución de esta propiedad puede modificar otras propiedades como el tiempo de secado, tiempo abierto, tiempo de vida útil, costos de fabricación, etc. Una vez explicado esto, la prueba de medición del porcentaje de sólidos se realiza utilizando un equipo aislado de calentamiento controlado y recipientes metálicos con un peso determinado, donde se vierte una cantidad conocida de adhesivo, se somete a calentamiento controlado y después de los minutos determinados por procedimiento (tiempo que varía según sea la cantidad de adhesivo aplicado), se vuelven a pesar los recipientes metálicos con el vehículo evaporado y se calcula la diferencia de pesos con la siguiente ecuación:

$$\frac{P_{fin} - P_{rec}}{P_0 - P_{rec}} \times 100 = \% \text{ de sólidos}$$

**Donde:**

**$P_{fin}$** = Peso final de la muestra [=] g

**$P_{rec}$** = Peso del recipiente vacío [=] g

**$P_0$** = Peso inicial de la muestra [=] g

#### **8.6.1.IV. Tiempo de secado**

El secado es muy importante para los adhesivos de contacto, debido al proceso de aplicación que requieren los procesos, es decir, estamos

acostumbrados a utilizar un pegamento de la manera más común: Aplicar el adhesivo en un lado de los materiales, unirlos y esperar a que seque. Sin embargo, en los adhesivos de contacto cumplen su función adhesiva mediante un proceso distinto de aplicación, el cual se muestra a continuación:

PASO 1: Aplicar el adhesivo en ambas superficies que se desean unir;



PASO 2: Dejar que el vehículo (mezcla de solventes) se evapore en su totalidad;



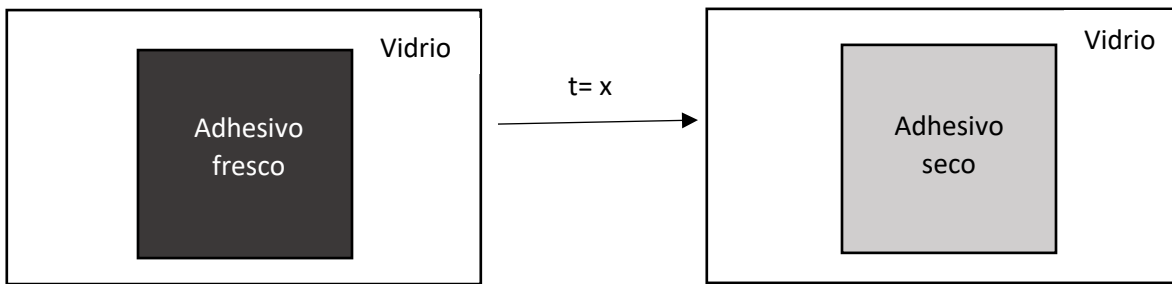
PASO 3: Una vez que se evapora el vehículo, se unen las superficies donde está el adhesivo restante (sólidos);



PASO 4: Se ejerce presión para asegurar el contacto entre superficies.

Como se puede analizar, el tiempo de secado es un factor determinante durante el proceso de pegado de un adhesivo de contacto, ya que puede acelerar o alentar los tiempos del proceso del cliente.

Esta prueba de medición se realiza utilizando un equipo de aplicación de gramaje conocido, el cual determina el espesor de la capa adhesiva que será aplicado sobre una superficie de vidrio. Una vez aplicada la capa, comienza la medición del tiempo hasta que el vehículo (mezcla de solventes) se evapora en su totalidad, como se ilustra en la Figura 21.



**Figura 21.** Secado de la capa

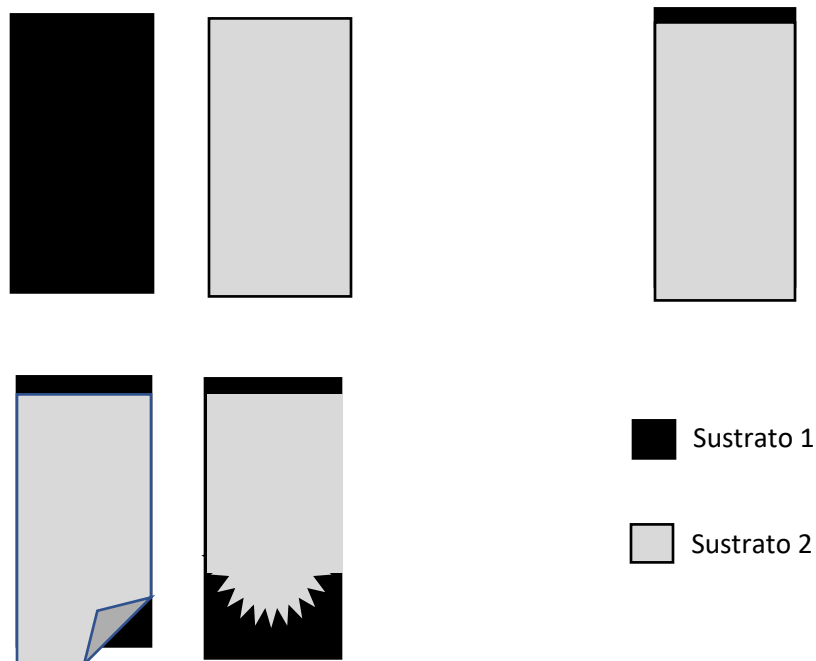
#### **8.6.1.V. Tiempo abierto**

El tiempo abierto es un parámetro determinante en el proceso de adhesión, ya que es el tiempo permisible para realizar la unión una vez que el adhesivo se encuentra seco. Este tiempo comienza a medirse inmediatamente después de haber concluido totalmente el tiempo de secado. Esta prueba se realiza utilizando un equipo de aplicación de gramaje conocido y aplicando en ambas superficies de los sustratos correspondientes (como lo pueden ser la madera y un laminado); para esto, se requieren hacer varias probetas, para tener una mayor cuantificación.

El tiempo abierto comienza a medirse una vez que concluye el ciclo de secado previamente mencionado. En seguida, se procede a

realizar la unión de materiales (madera – laminado) una probeta a la vez, en el tiempo correspondiente, partiendo desde el minuto 0 hasta el minuto X (cantidad e intervalos conocidos). Al término de los pegados, se ejerce una fuerza de tensión buscando un desgarre de materiales, determinando así, el tiempo máximo en que el adhesivo ofrece dicha fuerza.

En la Figura 22 se representa la ruptura del sustrato 2, lo cual determina un buen comportamiento del adhesivo. En conclusión, el tiempo abierto será el tiempo máximo en el que el sustrato 2 llega al punto de ruptura después de ejercer una fuerza externa para provocar un despegado



**Figura 22.** Importancia del tiempo abierto

Las pruebas antes mencionadas son las principales que se realizan para evaluar el desempeño de los adhesivos de contacto, sin embargo, no son las únicas pruebas que se requieren realizar. Estas dependerán de las propiedades que requiere cumplir cada adhesivo específicamente.

### **8.6.2. Adhesivos base agua**

**8.6.2.I. Apariencia:** Prueba realizada de manera visual para detectar formación de hongos.

**8.6.2.II. Viscosidad:** La viscosidad es el parámetro principal para determinar el proceso o los procesos por los cuales puede ser aplicado. Esta prueba se realiza utilizando un equipo de medición de viscosidad, como lo es el viscosímetro de Brookfield o copa Zahn.

**8.6.2.III. % de sólidos:** Esta prueba se realiza de la misma manera como se abarcó en los adhesivos de contacto, previamente mencionados.

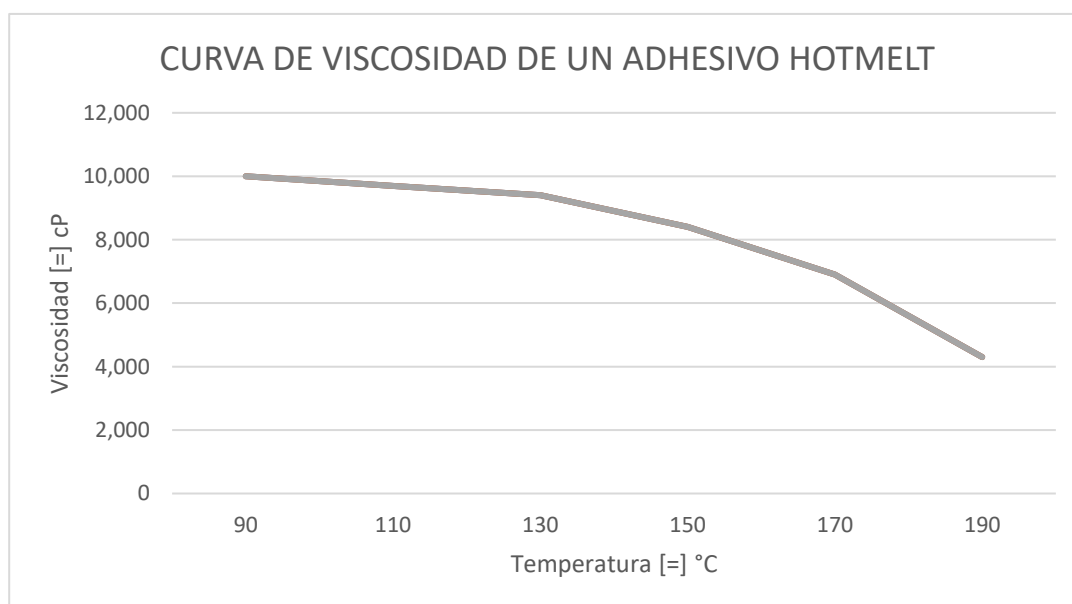
**8.6.2.IV. Tiempo de secado:** El tiempo de secado lo definirá el solvente o los solventes que sean parte de la composición del adhesivo. Al hablar de adhesivos base agua se entiende que el solvente presente en esta tecnología es el agua, sin embargo, en ocasiones pueden estar presentes algunos solventes orgánicos que forman una mezcla azeotrópica, provocando una disminución en el tiempo de secado del adhesivo. Este tipo de mezclas se realizan con la finalidad de acelerar u optimizar los tiempos de producción de los clientes.

Esta prueba se lleva a cabo de la misma manera en la que se explicó el tiempo de secado con los adhesivos de contacto.

### 8.6.3. Adhesivos termofusibles (hotmelt)

**8.6.3.I. Viscosidad:** Al hablar de adhesivos termofusibles, se entiende que a temperaturas promedio del ambiente, estos se encuentran en estado sólido, por lo que se dificulta la medición de viscosidad, ya que recordemos que esta propiedad es medible para líquidos.

Para realizar la medición de esta propiedad en un adhesivo hotmelt, será necesario calentar hasta fundir el adhesivo, una vez que se encuentre en estado líquido. Sin embargo, no es tan sencillo como se lee, ya que la viscosidad es una propiedad indirectamente proporcional a la temperatura, es decir, que a mayor temperatura, menor será la viscosidad; pero entonces, ¿a qué temperatura se debe de realizar la medición de la viscosidad? Por lo regular, se recomienda un intervalo de temperatura, es decir que se especifica un límite mínimo y un límite máximo de temperatura en el cual el adhesivo puede ser aplicado, pero eso dependerá de cada producto y cada base química; la manera más significativa de realizar la medición de esta propiedad es tomando los datos a diferentes temperaturas, trazando una curva de viscosidad como lo muestra la Figura 23:



**Figura 23.** Curva de viscosidad de un adhesivo hotmelt

La Figura 23 ejemplifica la variación de la viscosidad con respecto a la temperatura y es muy útil para los procesos industriales que requieren de este tipo de adhesivos, ya que permite conocer y controlar la reología del producto según lo requieran las máquinas o equipos, propiedad que no ofrecen las tecnologías anteriormente mencionadas (adhesivos de contacto y base agua).

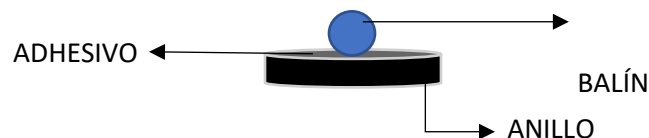
El equipo utilizado para la medición de viscosidad en adhesivos termofusibles no es el mismo que se ha mencionado en los otros tipos de adhesivos, pero es similar, la diferencia es que el equipo utilizado en hotmelt permite controlar la temperatura para que la lectura de viscosidad sea lo más estable posible.

### **8.6.3.II. Punto de reblandecimiento**

Esta prueba tiene como objetivo conocer la temperatura mínima en la cual el adhesivo se reblandece, es decir, la temperatura en la que comienza a cambiar su estado de agregación de sólido a líquido.

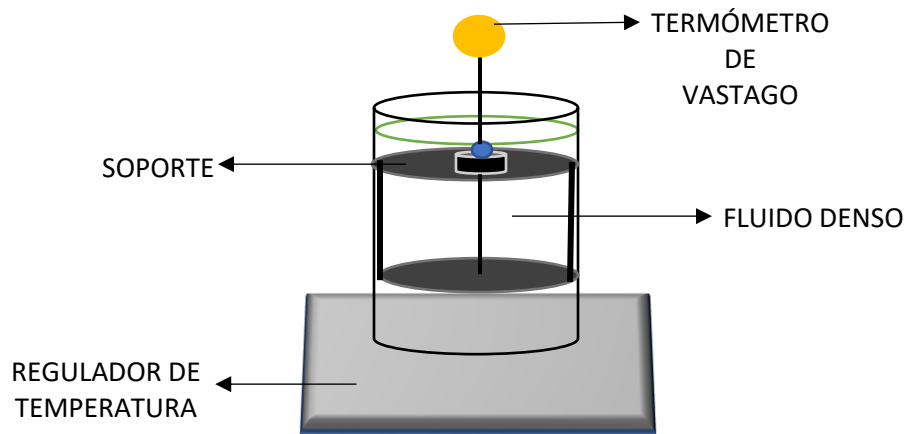
Esta prueba se realiza de la siguiente manera:

**PASO 1.** Rellenar un anillo (especialmente diseñado para esta prueba) con adhesivo hotmelt fundido y esperar a que éste solidifique nuevamente. Posteriormente colocar un balón (diseñado para esta prueba).



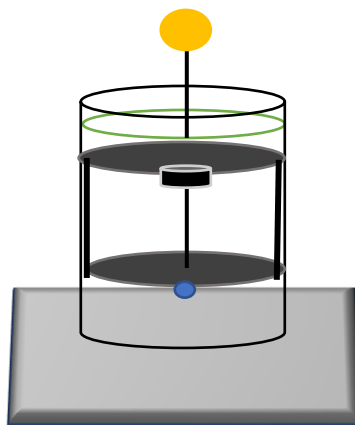


**PASO 2.** Colocar en el soporte del equipo de medición y sumergir en un recipiente con un fluido transparente y denso.



**PASO 3.** La temperatura aumentará  $x$  grados por cada intervalo de tiempo, esto para que el fluido pueda llegar al equilibrio y así determinar en qué temperatura se funde el adhesivo.

El punto de reblandecimiento será la temperatura a la que el balín logra caer a la base inferior del soporte, ya que habrá indicado el reblandecimiento del hotmelt.



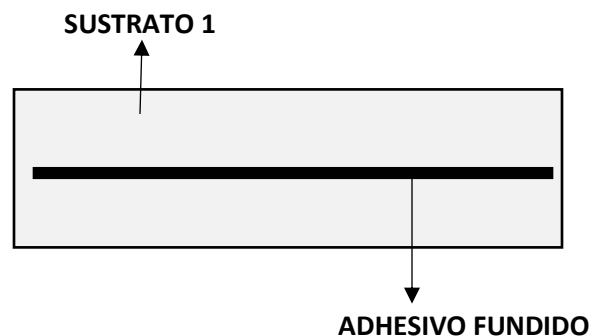
### **8.6.3.III.Tiempo abierto**

El tiempo abierto de un adhesivo hotmelt no se mide de la misma manera que el tiempo abierto de un adhesivo de contacto, pero el propósito de medición es el mismo, conocer el tiempo máximo en el que el adhesivo es funcional para la adhesión de materiales o sustratos.

En el caso del adhesivo hotmelt, el tiempo abierto no es más que el tiempo en el que se lleva a cabo el proceso de enfriamiento una vez aplicado sobre el sustrato correspondiente.

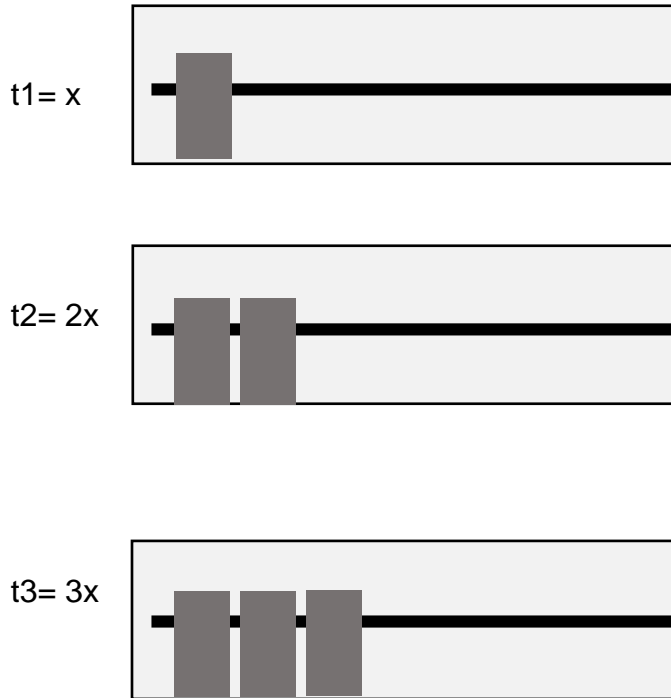
Para entender mejor esta prueba, se muestra de manera general e ilustrativa, el procedimiento para realizarla:

**PASO 1.** Aplicar una línea o cordón del adhesivo fundido a la temperatura recomendada de aplicación (especificada en las hojas técnicas) sobre el material donde será aplicado durante el proceso industrial.



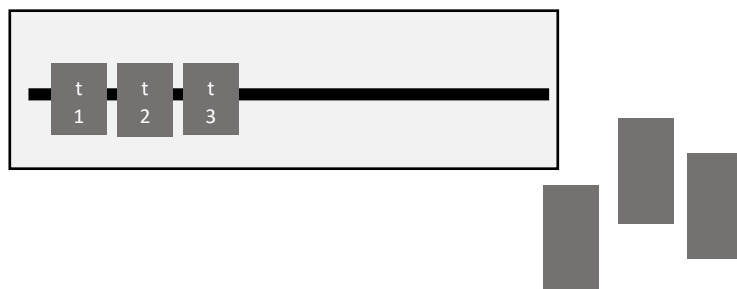
**PASO 2.** Una vez aplicado el cordón de adhesivo, se inicia el conteo de tiempo utilizando un cronómetro.

**PASO 3.** Como el adhesivo fue aplicado sobre un sustrato, se utiliza el sustrato faltante para unir con el primero a cada intervalo conocido de tiempo hasta que deje de presentarse la adhesión suficiente para mantener a los sustratos unidos, de la siguiente manera.



**PASO 4.** Una vez que los sustratos no se mantienen unidos, se procede al despegado de los sustratos, iniciando con el orden en el que fueron adheridos.

De esta manera, el tiempo abierto será el último tiempo en el que el segundo sustrato no presente ruptura.



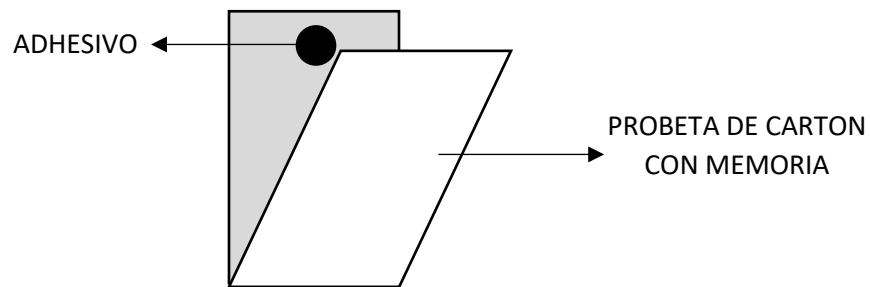
En la figura anterior se observa que el tiempo máximo en el que los sustratos presentaron adhesión fue en el  $t_3$ , siendo este, el tiempo abierto del adhesivo.

#### **8.6.3.IV. Tiempo de agarre**

El tiempo de agarre es el tiempo mínimo en el que el adhesivo ofrece una adhesión lo suficientemente fuerte para sujetar los sustratos, en este caso, la prueba se realiza utilizando una probeta de cartón rígido, esto debido a la memoria que tiene.

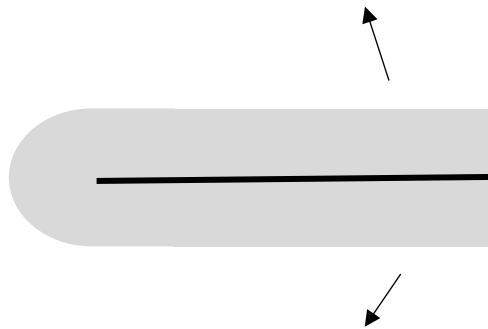
La prueba se realiza de la siguiente manera:

**PASO 1.** En una probeta de cartón con medidas determinadas (según el procedimiento interno de la organización), y con un doblé a la mitad, se aplica una pequeña cantidad conocida de adhesivo fundido.



**PASO 2.** Unir las caras del cartón entre sí y soltar a cada segundo, respectivamente.

Esto se realiza con la intención de medir el tiempo mínimo en el cual el adhesivo ofrece un agarre inicial efectivo para el proceso de pegado, ya que este tipo de adhesivos es muy utilizado para las industrias dedicadas al armado de empaques, los cuales producen a altas velocidades.



*La memoria del cartón ejerce una fuerza contraria a la de la unión.*

**PASO 3.** Determinar la adhesión entre caras de la probeta.

El tiempo de agarre será el tiempo mínimo en el que el adhesivo logra mantener unidas las superficies a partir de su aplicación.

## **8.7. METODOLOGÍA PARA LA VALIDACIÓN DE PRODUCTOS MODIFICADOS**

La modificación de los productos que actualmente se comercializan, se puede realizar por diferentes necesidades, entre las principales se encuentran:

- Cambios de materia prima
- Cambios de proveedor
- Disminución de costos
- Ajuste por necesidad del cliente

Estas evaluaciones dependerán de la tecnología del adhesivo, así como del sector al que van dirigidos.

Las pruebas para la validación de los productos son las mismas que se mencionaron anteriormente, añadiendo otras pruebas especializadas que tienen como objetivo igualar, en la medida de lo posible, el proceso del cliente, así como los materiales involucrados.

## **9. RESULTADOS**

---

## **9.1 RESULTADOS**

Con base en lo reportado en el presente trabajo basado en las experiencias personales adquiridas durante el desempeño como Consultor Técnico, dentro de la industria de los adhesivos, donde se obtuvo la oportunidad de aplicar algunos conocimientos adquiridos durante la formación académica en la facultad, y complementando con información de la literatura, los estudiantes de Ingeniería Química y Química Industrial podrán:

1. Identificar las funciones de un consultor técnico en la industria de los adhesivos.
2. Visualizar la influencia de un consultor técnico en los diferentes sectores de la industria donde se utilicen productos adhesivos.
3. Utilizar el presente trabajo como guía para su futura incorporación como consultores técnicos enfocándose en el sector de adhesivos.
4. Tener disponible una referencia del formato utilizado para la elaboración de las hojas técnicas, así como conocer la información que pueden encontrar en este tipo de documentos.
5. Comprender la responsabilidad que adquiere un consultor técnico en el proceso de validación de productos para la implementación a nivel industrial.
6. Adquirir las herramientas para el desempeño de las labores técnicas que puedan demandar las industrias del sector de adhesivos.
7. Obtener el conocimiento de los procesos y metodologías dentro de una industria de adhesivos para integrarse en otra área o departamento de interés, dentro o fuera de la empresa.



## **10. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

---

## **10. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Es evidente que la industria de los adhesivos se encuentra en constante crecimiento a nivel nacional y mundial, lo cual refleja el impacto de la demanda de productos y el aumento de su consumo. Como se explicó en el presente trabajo, se entiende que el uso de los materiales adhesivos se emplea en distintas industrias, por lo que el crecimiento es en cadena.

La misión o el objetivo principal de la industria de los adhesivos es asegurar la unión de materiales utilizados para cumplir fines específicos demandados por las necesidades de las empresas; ya sea para asegurar que los productos que se transportan a puntos de venta lleguen en buen estado para el alcance del usuario final o para la duración y calidad de productos que se consumen o que son utilizados por organizaciones o por personas físicas como el mobiliario, calzado, automóviles, construcciones, etc.

Para asegurar el cumplimiento del objetivo principal, es necesario el apoyo de áreas operativas como el departamento de consultoría técnica, calidad, investigación y desarrollo, producción, almacén de materias primas, y así mismo, áreas administrativas como el departamento de ventas, compras, logística, contabilidad, coordinación de sectores, cobranza, entre otras. El trabajo en conjunto de todas las áreas que componen a una organización conduce al logro de los objetivos establecidos por la misma.

Por lo anterior, el uso adecuado de los materiales adhesivos se vuelve esencial para la vida cotidiana, considerando que, sin saberlo, este tipo de productos se encuentra en la mayoría de los objetos con los que tenemos contacto.

## **11. RECOMENDACIONES**

---

## **11. RECOMENDACIONES**

Ya se mencionó que las actividades en las que se involucra un consultor técnico dentro de la industria química son fundamentales para el aseguramiento del correcto funcionamiento de los procesos de adhesión que requieren los sectores industriales correspondientes.

Para obtener un desempeño exitoso en el rol de consultor técnico, dentro de la industria química, es necesario que:

1. Reconozca las necesidades de los clientes antes de proponer un producto adhesivo, ya que esto dependerá del proceso, tipo de máquina, instalaciones adecuadas, tiempo de producción, entre otros factores ya mencionados en el presente escrito.
2. Aplique los conocimientos adquiridos durante su formación académica enfocándose a las propiedades fisicoquímicas.
3. Promueva el trabajo en equipo con las áreas relacionadas a todo el proceso que conlleva la formulación y producción de los adhesivos, esto para asegurar la calidad de los productos y disminuir las visitas por reclamación o alguna situación que complique el proceso del cliente.
4. Mantener la buena relación y comunicación con las áreas involucradas en el proceso de adhesión del cliente.
5. Capacitarse acerca de las máquinas que se involucran en los procesos de adhesión en los distintos sectores industriales.
6. Aprenda principalmente el idioma inglés, y de ser posible, aprender otros idiomas que darán plusvalía al perfil laboral.
7. Contribuya al desarrollo de la organización, mediante propuestas de nuevos proyectos, innovaciones, actualizaciones y mejoras que requiera la empresa.

8. Asista a las capacitaciones y cursos de actualización de temas relacionados a los procesos y materiales adhesivos a nivel mundial.
9. Conozca el impacto que tiene la toma de decisiones de los materiales adhesivos en las industrias, considerando los riesgos que se toman al representar a la empresa.

## **12. CONCLUSIONES**

---

## **12. CONCLUSIONES**

1. Las actividades principales de un consultor técnico en la industria de los adhesivos son: Elaboración y actualización de hojas técnicas, validación de nuevos desarrollos, realización de pruebas de funcionalidad de productos a nivel laboratorio, visitas técnicas por implementación, seguimiento o derivadas por alguna inconformidad y capacitaciones de productos para fuerza de ventas.
2. Los principales factores que intervienen o predominan en las actividades del consultor técnico son: Conocimiento en las propiedades fisicoquímicas, capacidad analítica, profesionalismo, gusto por el trato con la gente, gusto por el trabajo en campo y criterio para las consideraciones establecidas y no establecidas que pueden ocurrir en los procesos industriales.
3. Las variantes principales que se deben de considerar durante la aplicación de los adhesivos son: Condiciones climáticas, como lo son, la temperatura, la humedad existente en el aire, zonas o temporadas lluviosas, así como exposiciones a la radiación UV provocada por el sol; también influye el manejo adecuado del adhesivo, dependiendo de la tecnología de este.
4. Las propiedades y procesos que se deben de cuidar para el correcto funcionamiento de los adhesivos base agua son: Cantidad de aplicación, aseguramiento del contacto entre sustratos a unir, tiempo de prensado, tiempo de secado y tiempo de curado.
5. Las propiedades y procesos que se deben de considerar para el correcto funcionamiento de los adhesivos de contacto son: Cantidad de adhesivo aplicado, área de cobertura del adhesivo con el sustrato, tiempo de secado, tiempo abierto, presión ejercida para la unión entre sustratos y tiempo de curado.

6. Las propiedades y procesos que se deben de considerar para el correcto funcionamiento de los adhesivos termofusibles (hotmelt) son: Cantidad de adhesivo aplicado, temperatura de aplicación, resistencia de los sustratos a temperaturas altas, temperatura de reblandecimiento, y tiempo abierto.
7. Las consideraciones clave que se deben de realizar en una visita de implementación son: Identificar los materiales involucrados en el proceso de pegado, el proceso, así como el tipo de máquinas instaladas en la planta industrial, el tiempo permisible de duración del proceso, las condiciones ambientales en el que se encuentra la producción, la temperatura de los materiales (para considerar choque térmico en caso de los adhesivos hotmelt).
8. En las visitas de seguimiento se realiza un protocolo donde se especifican los aspectos puntuales para revisar durante el proceso, lo cual permitirá continuar con el buen funcionamiento del producto adhesivo en la planta del cliente.
9. Las visitas por inconformidad son solicitadas cuando el cliente presenta dificultades en su proceso de pegado, por lo que el Consultor Técnico debe de asistir a observar las posibilidades de falla. Para esto se realiza lo siguiente: Identificar el número de lote y código del producto adhesivo, replicar en la medida de lo posible el proceso de pegado, llevándolo a nivel laboratorio, posteriormente asistir a la planta productiva del cliente, observar que el proceso de adhesión se esté ejecutando correctamente, según la tecnología del producto. Así mismo, una vez identificando la variante que afecta o altera la producción del cliente, se realiza la corrección correspondiente y se verifica nuevamente el cumplimiento adecuado de las funciones adhesivas del producto.
10. Los principales aspectos para dar una capacitación de productos son: Conocimiento técnico de los adhesivos y de las competencias en el mercado,



## *Ingeniero Químico*

buena dicción, comunicación efectiva (asegurando que la audiencia presente comprenda los temas impartidos), conocimiento en máquinas y los materiales más utilizados en los sectores industriales.

## **13. REFERENCIAS**

---

### 13. REFERENCIAS

1. José Torres T. Historia de la Ingeniería Química **[en línea]**  
Adaptado de: Wayne M. Pafko. “History of Chemical Engineering”  
([www.pafko.com/history/](http://www.pafko.com/history/))  
[https://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/29/Archivos/historia\\_iq.pdf](https://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/29/Archivos/historia_iq.pdf)  
**[consulta: 22 de marzo 2020]**
2. Historia de los Adhesivos – Evolución de los Pegamentos **[en línea]**  
<https://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html> **[consulta: 04 de abril 2020]**
3. Adhesivos. Introducción Adhesivos **[en línea]**  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/46/Introduccion2.pdf?sequence=18&isAllowed> **[consulta 17 de abril 2020]**
4. Chorro Naval. Chorro Abrasivo **[en línea]**  
<http://chroronaval.com/servicios-chorro-naval/chorreado-abrasivo/>  
**[consultado 03 de Agosto 2020]**

5. Facultad de Química, UNAM. Método del Tiempo de Vida Media. **[en línea]**  
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/apuntesCQ1\\_34218.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/apuntesCQ1_34218.pdf)  
**[consultado 16 de Febrero 2021]**
  
6. Marta Semirano. Principios y Estrategias para la Mejora Continua de las Empresas. **[en línea]**  
*En: ¿En qué consiste una mejora continua? En internet [09 Julio 2020]*  
<https://protecciondatos-lopd.com/empresas/mejora-continua/> **[consultado 19 de Junio 2021]**
  
7. Software DELSOL. Materia Prima **[en línea]**  
<https://www.sdelsol.com/glosario/materia-prima/> **[consultado: 11 de Agosto 2021]**
  
8. Manual de Brookfield. Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Middleboro, MA 0246 USA.
  
9. Funcionamiento del Viscosímetro de Brookfield. Gamiño G. D.A., Huerta Z.H.D., Monroy G. J. R.; Vázquez S. L.I. Alumnos de Metrología del semestre 2014-1.
  
10. Práctica: Determinación de la Viscosidad. **[en línea]**  
[https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/3572/mod\\_resource/content/0/VISCOSIDAD%20Metrolog%C3%ADa.pdf](https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/3572/mod_resource/content/0/VISCOSIDAD%20Metrolog%C3%ADa.pdf) **[consultado: 19 de Septiembre 2021]**

## **14. ANEXO**

---

ANEXO 1 (Ejemplo de formato de hoja técnica)

**LOGOTIPO / MARCA**

**NOMBRE DEL PRODUCTO**

**CÓDIGO Y NÚMERO DE HOJA TÉCNICA  
Y NÚMERO DE REVISIÓN**

**DESCRIPCIÓN**

Aquí se describe la base química del adhesivo, la tecnología y el sector o sectores para los que fue diseñado.

**APLICACIÓN / MÉTODO DE APLICACIÓN**

Sustratos en los que el adhesivo tiene afinidad, procesos donde se utiliza actualmente y equipos recomendados para su aplicación.

**CARACTERÍSTICAS**

Se resaltan las características importantes del adhesivo.

**PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS**

Especificaciones según la tecnología del adhesivo.

**PRESENTACIÓN / EMPAQUE**

Descripción de las capacidades del envasado del adhesivo en los que está disponible para la venta.

**TIEMPO DE VIDA Y ALMACENAJE**

Se estima un tiempo de vida media del adhesivo a partir de su fabricación, así mismo se describen las recomendaciones para su correcto almacenamiento.

**LIMPIEZA**

Explicación de productos o técnicas de limpieza que se deben de aplicar en caso de derrame.

**INFORMACIÓN DE SEGURIDAD**

Recomendaciones del uso de **EPP** para el cuidado del **operador** durante la

**PRECAUCIONES DE USO**

**DATOS DE SOPORTE TÉCNICO E INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

**IMAGEN  
DEL  
PRODUCTO  
(opcional)**