

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE  
AUTOMATIZACIÓN PARA UNA FÁBRICA DE JUNTAS  
CORTADAS.**

TESINA QUE PRESENTA

**MINORU JOAQUÍN HATTA OKAMOTO**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO  
ELECTRICISTA. ÁREA MECÁNICA.

DIRECTOR

**DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

DICIEMBRE 2012

# 1. ÍNDICE

1. ÍNDICE
2. OBJETIVOS E INTRODUCCIÓN
3. ANTECEDENTES
  - 3.1. PÉRDIDAS Y SELLADO
    - 3.1.1. EMISIONES FUGITIVAS
  - 3.2. VISIÓN GLOBAL DE SISTEMAS DE JUNTA / TORNILLO / BRIDA.
    - 3.2.1. JUNTA
      - 3.2.1.1. FACTORES QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE LA JUNTA
      - 3.2.1.2. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA USAR DURANTE LA SELECCIÓN DE LA JUNTA
      - 3.2.1.3. NORMAS
    - 3.2.2. CONSIDERACIONES SOBRE LOS TORNILLOS
    - 3.2.3. BRIDAS
      - 3.2.3.1. DEFECTOS EN LAS BRIDAS:
      - 3.2.3.2. CUATRO FACTORES DEBEN SER CONSIDERADOS PARA CONSEGUIR UN SELLADO SATISFACTORIO
      - 3.2.3.3. FUERZAS EN UNA UNIÓN BRIDADA
        - 3.2.3.3.1. CLASES DE PRESIÓN PARA BRIDAS
      - 3.2.3.4. ACABADO SUPERFICIAL DE LAS BRIDAS
        - 3.2.3.4.1. ACABADOS COMERCIALES EN LAS CARAS DE LAS BRIDAS
      - 3.2.3.5. PARALELISMO DE LAS SUPERFICIES DE SELLADO.
      - 3.2.3.6. TIPOS DE BRIDAS
        - 3.2.3.6.1.1. CARA PLANA.
        - 3.2.3.6.1.2. CARA CON RESALTE.
        - 3.2.3.6.1.3. LENGÜETA Y RANURA.
        - 3.2.3.6.1.4. MACHO Y HEMBRA.
        - 3.2.3.6.1.5. CARA PLANA Y RANURA.
        - 3.2.3.6.1.6. RING JOINT.
  - 3.3. DURACIÓN. PROPIEDADES. FALLA. MANTENIMIENTO. REEMPLAZO.
  - 3.4. MATERIALES PARA JUNTAS NO METÁLICAS.
    - 3.4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN.
    - 3.4.2. FACTOR PXT O FACTOR DE SERVICIO
  - 3.5. ESPESOR DE JUNTA
  - 3.6. TIPOS DE JUNTAS CORTADAS
    - 3.6.1. RAISED FACE (RF)
    - 3.6.2. FULL FACE (FF)
    - 3.6.3. INTERCAMBIADORES DE CALOR
  - 3.7. LÁMINAS COMPRIMIDAS.
    - 3.7.1. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS
      - 3.7.1.1. FIBRAS
      - 3.7.1.2. ELASTÓMEROS
      - 3.7.1.3. REFUERZO METÁLICO.
      - 3.7.1.4. ACABADO SUPERFICIAL.



- 3.7.1.5. DIMENSIONES DE PROVISIÓN
- 3.7.1.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
  - 3.7.1.6.1. COMPRESIBILIDAD Y RECUPERACIÓN
  - 3.7.1.6.2. SELLABILIDAD
  - 3.7.1.6.3. RETENCIÓN DE TORQUE
  - 3.7.1.6.4. INMERSIÓN EN EL FLUIDO.
  - 3.7.1.6.5. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
  - 3.7.1.6.6. PÉRDIDA POR CALCINACIÓN
- 3.7.1.7. DIAGRAMA PRESIÓN X TEMPERATURA
- 3.8. PTFE
  - 3.8.1. GYLON
- 3.9. GRAFITO FLEXIBLE
- 3.10. PAPEL
- 3.11. CORCHO
- 3.12. ELASTÓMEROS
  - 3.12.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS
- 3.13. ALTERNATIVAS DE SELLADO PARA LAS JUNTAS CORTADAS
  - 3.13.1. JUNTAS METÁLICAS
  - 3.13.2. JUNTAS RTJ
  - 3.13.3. JUNTAS SEMI METÁLICAS
    - 3.13.3.1. JUNTAS CAMPROFILE
    - 3.13.3.2. JUNTAS METALOPLÁSTICAS
    - 3.13.3.3. JUNTAS DE TEFLÓN EXPANDIDO CON ADHESIVO
- 4. FABRICACIÓN DE LAS JUNTAS CORTADAS.
  - 4.1. DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE LOS EQUIPOS
  - 4.2. COMBINACIÓN DE PRENSA-SUAJE
    - 4.2.1. SUAJES
    - 4.2.2. COSTO DE LOS SUAJES
  - 4.3. DURACIÓN DE LOS SUAJES
  - 4.4. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA FABRICACIÓN DE JUNTAS CORTADAS.
  - 4.5. EXPECTATIVA DE SERVICIOS DE UNA FÁBRICA DE JUNTAS CORTADAS
- 5. ¿CÓMO ES EL PROCESO ACTUAL?
  - 5.1. ÁREAS INVOLUCRADAS
  - 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
    - 5.2.1. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA SANDT 70 TON
    - 5.2.2. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA CABEZA VIAJERA
    - 5.2.3. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA USM (PATO)
    - 5.2.4. INSTRUCTIVO DE MANEJO Y TRANSPORTE DE LOS MATERIALES EN LA PLANTA
    - 5.2.5. INSTRUCTIVO DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SUAJES
  - 5.3. CONCLUSIONES SOBRE EL PROCESO ACTUAL
- 6. ANÁLISIS DE LA POSIBILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN.
  - 6.1. FORTALEZAS VS ÁREAS DE OPORTUNIDAD DEL PROCESO ACTUAL.

- 6.2. ¿POR QUÉ VALDRÍA LA PENA AUTOMATIZAR EL PROCESO?
- 6.3. LOS TAMAÑOS DE JUNTAS MÁS REDITUABLES
- 6.4. MATERIALES OCUPADOS PARA FABRICAR LAS JUNTAS SELECCIONADAS.
- 7. PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN. PROCESO DE DISEÑO CONCEPTUAL.
  - 7.1. OBSERVACIÓN DE LA NECESIDAD
  - 7.2. BENEFICIOS QUE SE BUSCAN.
  - 7.3. TORMENTA DE IDEAS
  - 7.4. PUNTOS A RESOLVER
  - 7.5. SELECCIÓN DE LA IDEA MÁS VIABLE
  - 7.6. DESARROLLO DE LA IDEA
  - 7.7. DISEÑO CONCEPTUAL. CROQUIS.
  - 7.8. PARÁMETROS Y VARIABLES A TOMAR EN CUENTA
- 8. APÉNDICES
  - 8.1. TOLERANCIAS DE DIÁMETROS PARA JUNTAS CORTADAS
  - 8.2. TOLERANCIAS DE ESPESORES PARA HOJAS COMPRIMIDAS
  - 8.3. TABLA DE DATOS PARA JUNTAS TIPO ANILLO Y CARA COMPLETA
  - 8.4. ÍNDICE DE FIGURAS
- 9. BREVE HISTORIA DE GARLOCK DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- 10. CONCLUSIONES
- 11. REFERENCIAS



## **2. OBJETIVOS E INTRODUCCIÓN.**

- 1. Se estudiará el trabajo que se lleva a cabo en una fábrica real de juntas cortadas.
- 2. Se estudiarán los antecedentes en el tema de las juntas cortadas.
- 3. Se analizará la posibilidad de automatizar el proceso y se obtendrán conclusiones con respecto a la posibilidad de automatización.
- 4. Si fuera procedente, se propondrá un sistema de automatización para mejorar los resultados que se obtienen actualmente. El alcance de la propuesta será teórico y conceptual.
- 5. Si la automatización fuera improcedente, se explicarán las razones.

## INTRODUCCIÓN

En esta Tesina se presenta un proceso de manufactura que se lleva a cabo en una fábrica real, con la intención de analizar la posibilidad de mejorarlo por medio de automatización. Para desarrollar este proyecto, se utiliza un método de diseño, aprendido en las clases de Diseño Mecánico. Las características que se busca optimizar son:

1. La eficiencia del proceso (tiempos y costos).
2. Reducción de esfuerzos para el operador, sin comprometer su seguridad.
3. La distribución del trabajo para los operadores.

La fábrica se dedica al corte de juntas de laminados por compresión. Las juntas cortadas se utilizan para el sellado de fluidos en conexiones de tuberías, equipos y sistemas industriales y comerciales. La planta labora desde hace más de 20 años y se utilizan máquinas que tienen una antigüedad igual o mayor a este tiempo. Es importante recordar que gran parte de la industria nacional de hace varias décadas, aprovechó la adquisición de maquinaria usada extranjera para habilitar sus plantas.

Las juntas cortadas se fabrican a partir de "laminados por compresión". Estos laminados son fabricados por la misma empresa. La empresa es una compañía internacional, líder en el ramo de sellado de fluidos y con una historia mayor a los 50 años en México y de 125 años en Estados Unidos.

Los laminados por compresión eran fabricados originalmente en asbesto, hasta que se descubrió que era un material dañino para la salud. Entonces comenzaron a fabricarse laminados con otras materias primas, con las que se buscó alcanzar las excelentes propiedades que ofrecía el asbesto.

Si bien el proceso del corte de las juntas es sencillo y no requiere de grandes recursos para llevarlo a cabo, todavía es posible mejorarlo, ya que en la actualidad requiere de dos operadores que hagan labores simultáneas, cuando podrían optimizar su jornada realizando labores independientes. Además se puede reducir el tiempo que ocupan para buscar los herramientas y realizar el "setup" de la máquina. También se podrían aprovechar los equipos existentes en la planta, para reducir el costo de la automatización, y se puede buscar una solución para reducir el esfuerzo que realizan al cargar laminados que llegan a pesar más de 20 Kg, distribuidos en un área de 60" x 60" ó 60" x 120"

Para poder realizar una propuesta de mejora, es necesario conocer el tema lo más posible. Entre más amplio sea este conocimiento, las posibilidades de llegar a una propuesta acertada, serán mayores, ya que se ubican las ventajas, las áreas de oportunidad, los alcances, las restricciones, los intentos anteriores (si es que los hubo), el conocimiento empírico logrado por los operadores, las soluciones que se han dado a lo largo del tiempo, etc.

Es por esto que en la estructura del trabajo se dedica una extensa parte a conocer los antecedentes de las juntas cortadas, qué son, para qué sirven, cómo se fabrican, cómo se utilizan, las materias primas que se requieren, las alternativas de sellado (cuando no se pueden ocupar las juntas cortadas), etc.

Posteriormente se analiza el proceso actual de fabricación, observando qué otras áreas de la empresa interactúan para su ejecución, la descripción de las operaciones y conclusiones sobre ese proceso. Es hasta este momento, que viene el análisis de la posibilidad de automatización.

Este trabajo servirá para conocer el proceso de manufactura de las juntas cortadas y permite encontrar un mayor número de soluciones que lo optimicen, tal y como se busca hacer con los conceptos propuestos. Se espera sea de utilidad para la fábrica que brindó el acceso para la realización de este proyecto.

Personalmente, quiero promover la importancia de estudiar con profundidad los antecedentes de aquello a lo que deseamos aplicarle Ingeniería, de alguna u otra manera. Creo que en la Historia, la mayoría de las mujeres y los hombres que aportaron soluciones importantes a los problemas existentes, fueron los que sufrían y conocían los problemas. El dominio de una disciplina debe servir para canalizar la gran cantidad de datos y sapiencias que se encuentran alrededor de los problemas y de las personas.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 PÉRDIDAS Y SELLADO

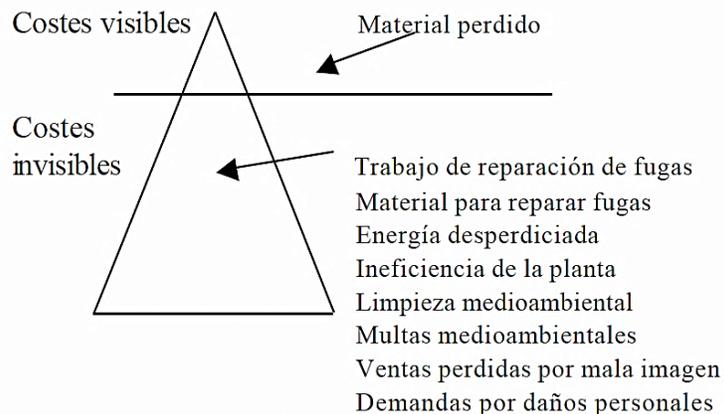
El objetivo principal de un sello es contener el fluido para proteger así el entorno inmediato de la contaminación (y viceversa), que puede variar significativamente desde la pérdida de un fluido inocuo (como el vapor o el agua), hasta la pérdida de un fluido tóxico o peligroso. En el primer caso, la pérdida de dicho fluido inocuo conducirá principalmente a una falta de eficacia de la instalación para el operador, aunque dichas fugas pueden aun así presentar riesgos (tales como fugas de agua o vapor a alta presión). Evidentemente, en el segundo caso no es sólo económicamente ineficaz, sino que supone un peligro medioambiental; para los empleados, para la gente y para la naturaleza en general. Consecuentemente, la correcta selección y utilización de la tecnología de estanqueidad adecuada para la aplicación, forma parte de la responsabilidad medioambiental del operador de la instalación.

##### 3.1.1. EMISIONES FUGITIVAS

Una proporción de las emisiones industriales se produce a través de fugas imprevistas y espurias en sistemas de proceso. Estas fugas de equipo se denominan normalmente "emisiones fugitivas" y en esta área la industria de estanqueidad está desempeñando un papel vital, a través del desarrollo y aplicación de tecnología de estanqueidad innovadora adecuada para condiciones de emisión baja o cero. La correcta selección, instalación y utilización de materiales de estanqueidad son igualmente importantes para garantizar un funcionamiento fiable a lo largo de la vida útil de la junta.

Para ofrecer una perspectiva de la escala del problema, las emisiones fugitivas de válvulas, bombas y bridas con fugas en los EUA se ha estimado que superan las 300,000 toneladas métricas por año, lo que constituye aproximadamente un tercio del total de las emisiones orgánicas de plantas químicas. Además del problema ecológico, hay un problema económico porque representa una enorme pérdida de materiales potencialmente valiosos. Ver figura 1.

Históricamente, el material de planchas de fibras de asbesto (o amianto) comprimido ha sido el material elegido para los materiales de juntas "blandas". Se consideraba un material fácil de usar y que aguantaba muy bien el abuso, consecuentemente era el material utilizado para sellar casi todas las aplicaciones comunes.



**Figura 1. Distribución de los costos por emisiones fugitivas**

Guía para la utilización segura de elementos de Sellado

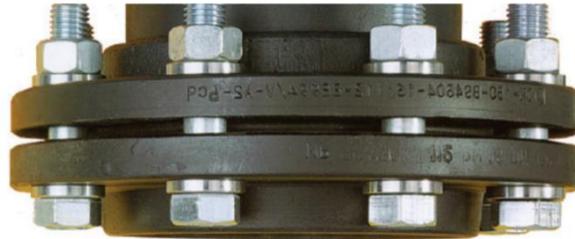
[http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009\\_98\\_ESP.pdf](http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009_98_ESP.pdf)

En aplicaciones industriales, es común definir como "fuga cero" una pérdida de helio entre  $10^{-4}$  y  $10^{-8}$   $\text{cm}^3/\text{seg}$ . El Centro Espacial Johnson (NASA) establece un valor de  $1.4 \times 10^{-3}$   $\text{cm}^3/\text{seg}$  de  $\text{N}_2$  a 300 psig y temperatura ambiente. Como referencia, podemos establecer que una gota de fluido tiene un volumen medio de  $0.05 \text{ cm}^3$ . Serían necesarias, por lo tanto, 20 gotas para hacer  $1 \text{ cm}^3$ .

Con la aparición del control de Emisiones Fugitivas, se establece inicialmente el límite de 500 ppm (partes por millón) como el valor máximo admisible de pérdidas para brida. Este valor está siendo cuestionado como muy elevado y algunas organizaciones de control del medio ambiente lo están limitando a 100 ppm.

Más recientemente, con la tendencia a abandonar la utilización de fibras de asbesto, la industria de la estanqueidad ha desarrollado una nueva generación de sustitutos del asbesto. Estos nuevos materiales superan el rendimiento de sus equivalentes de asbesto, pero son menos tolerantes y su aplicabilidad es más restringida en comparación.

A lo largo del tiempo, se han desarrollado nuevos métodos de estanqueidad, especialmente para condiciones de servicio más rigurosas, entre los cuales se incluyen los materiales de juntas "duras", principalmente de construcción metálica o semimetálica.



## **3.2. VISIÓN GLOBAL DE SISTEMAS DE JUNTA / TORNILLO / BRIDA.**

### **3.2.1. JUNTA**

Una junta se utiliza para crear y retener un cierre estático entre dos bridas inmóviles, que conectan series de montajes mecánicos en una instalación en funcionamiento que contiene una variedad de fluidos. El objetivo de estos cierres estáticos es proporcionar una barrera física total frente al fluido contenido en el interior, y bloquear así cualquier posible camino de fuga. Para lograr esto, la junta debe poder rellenar cualquier irregularidad de las superficies de acoplamiento que se sellan, al mismo tiempo que sea lo suficientemente flexible como para resistir la extrusión y la fluencia en condiciones de servicio. El cierre se efectúa mediante la acción de la fuerza aplicada sobre la superficie de la junta, la cual comprime la junta, haciendo que llegue a cualquier imperfección de la brida. La combinación de la presión de contacto entre la junta y las bridas, y la densificación del material de la junta evitan que el fluido contenido escape del órgano de cierre.

#### **3.2.1.1. FACTORES QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE LA JUNTA**

Una junta tiene una función básica: crear un sello positivo entre dos partes relativamente inmóviles. La Junta debe hacer bien tres trabajos distintos para funcionar correctamente:

- A. Crear un sello inicial
- B. Mantener el sello por un tiempo deseado
- C. Que pueda ser fácilmente removido y remplazado.

#### **3.2.1.2. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA USAR DURANTE LA SELECCIÓN DE LA JUNTA**

Se pueden tener diferentes grados de éxito dependiendo de qué tan bien hace la Junta hace lo siguiente:

1. Sellado del fluido del sistema.
2. Resistencia química al fluido del sistema para evitar el grave deterioro de sus propiedades físicas.
3. Que se deforme lo suficiente para fluir hacia las imperfecciones de las superficies de las bridas, lo que proporciona el contacto íntimo entre la Junta y las superficies de sellado

4. Que soporte las temperaturas del sistema sin consecuencias graves en de su rendimiento.
5. Que sea lo suficientemente resiliente y resistente a la fluencia como para mantener una porción adecuada de la carga aplicada.
6. Que tenga la suficiente fuerza para resistir el aplastamiento bajo la carga aplicada y mantener su integridad cuando esté siendo manejada e instalada.
7. Que no contamine el medio del sistema.
8. Que no promueva la corrosión de las superficies de asiento de la Junta.
9. Que sea limpio y fácilmente extraíble en el momento del remplazo.

### 3.2.1.3. NORMAS

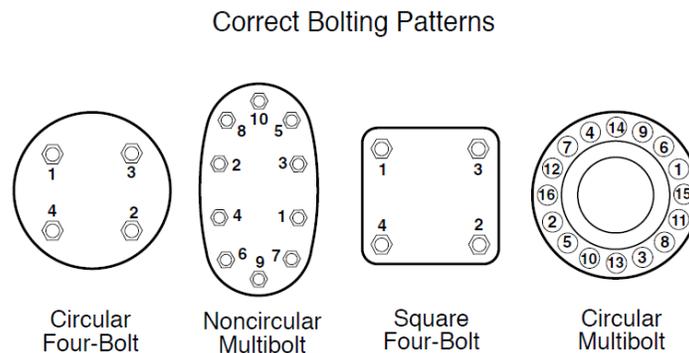
Las juntas se producen de acuerdo con las normas:

- EN 1514-1
- EN 12560-1
- ISO 7483
- ASME B 16.5, B 16.21, B 16.47
- DIN 2690, 2691, 2692
- DIN 7168 i
- PN 86/H74374/2÷4

Y también se confeccionan juntas de dimensiones fuera de las normas y juntas de diferentes formas, de acuerdo con el dibujo o modelo presentado por el cliente.

### 3.2.2. CONSIDERACIONES SOBRE LOS TORNILLOS

Los tornillos o espárragos de un conjunto de bridas proporcionan la fuerza compresiva necesaria para sellar la junta y para prevenir fugas. La fiabilidad de la unión depende de si se alcanza y se mantiene un nivel de tensión aceptable en cada uno de los tornillos. El nivel de tensión a conseguir depende de varios factores, incluyendo el tipo de junta, fuerza del tornillo, condiciones de servicio y rigidez de la brida.



**Figura 2. Patrón de apriete cruzado de los tornillos.**

Understanding sealing solutions

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=826](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=826)

Desde el punto de vista de la junta, la tensión aplicada a los tornillos debe ser suficiente para sellar la junta en condiciones normales de funcionamiento, pero no debe de sobrepasar el límite compresivo de la junta. Ambas condiciones pueden dar lugar a fugas y al fallo de las uniones. Con respecto a los tornillos, la tensión seleccionada debe ser suficientemente alta como para fijar el apriete adecuado pero no tan alta que provoque que el material sobrepase el punto de rendimiento. Si la tensión inicial del tornillo es demasiado baja entonces la cantidad total de tensión (estiramiento del perno) es baja y en estas circunstancias cualquier reducción subsecuente en el espesor de la junta debido al deslizamiento dará lugar rápidamente a la pérdida de tensión del perno y a la fuga posterior.

El método empleado para apretar los tornillos puede dar lugar a variaciones significativas de la tensión anticipada del mismo. Siempre se deben apretar las tuercas en un patrón de apriete cruzado, como se presenta en la figura 2.

### **3.2.3. BRIDAS**

#### **3.2.3.1. DEFECTOS EN LAS BRIDAS:**

- Bridas no paralelas
- Deformación de los canales
- Superficie ondulada
- Muecas en la superficie
- Otras imperfecciones de la superficie

Si fuese económica y técnicamente viable la fabricación de bridas con superficies planas y perfectamente lapidadas y si aún consiguiésemos mantener estas superficies en contacto permanente, no necesitaríamos de juntas. Esta imposibilidad económica y técnica es causada por:

- Tamaño del vaso y/o de las bridas.
- Dificultad en mantener estas superficies extremadamente lisas durante el manoseo y/o montaje del vaso o cañería.
- Corrosión o erosión con el tiempo, de las superficies de sellado.

#### **3.2.3.2. CUATRO FACTORES DEBEN SER CONSIDERADOS PARA CONSEGUIR UN SELLADO SATISFACTORIO:**

Para resolver la dificultad anunciada en el párrafo anterior, las juntas son utilizadas como elemento de sellado. Una junta, al ser apretada contra las superficies de las bridas, rellena las imperfecciones entre ellas, proporcionando el sellado. Por lo tanto, para conseguir un sellado satisfactorio, cuatro factores deben ser considerados:

1. **Fuerza de aplastamiento inicial.** Debemos proveer una forma adecuada de aplastar la junta, de modo que rellene las imperfecciones de las bridas. La presión mínima de aplastamiento está normalizada por la Norma ASME (American Society of Mechanical Engineers). Esta fuerza de aplastamiento debe ser limitada para no destruir la junta por aplastamiento excesivo.
2. **Fuerza de sellado.** Debe haber una presión residual sobre la junta, con el fin de mantenerla en contacto con las superficies de las bridas.
3. **Selección de los materiales.** Los materiales de la junta deben resistir las presiones a las cuales la junta será sometida y al fluido de sellado.
4. **Acabado superficial.** Para cada tipo de junta y/o material existe un acabado recomendado para las superficies de sellado. El desconocimiento de estos valores es una de las principales causas de pérdidas.

### 3.2.3.3. FUERZAS EN UNA UNIÓN BRIDADA

- Fuerza radial. Es originada por la presión interna y tiende a expulsar a la junta.
- Fuerza de separación. Es también originada por la presión interna y tiende a separar las bridas.
- Fuerza de los bulones. Es la fuerza total ejercida por el apriete de los tornillos.
- Carga de las bridas. Es la fuerza que comprime las bridas contra la junta. Inicialmente es igual a la fuerza de los tornillos, después de la presurización del sistema es igual a la fuerza de los tornillos menos la fuerza de separación.

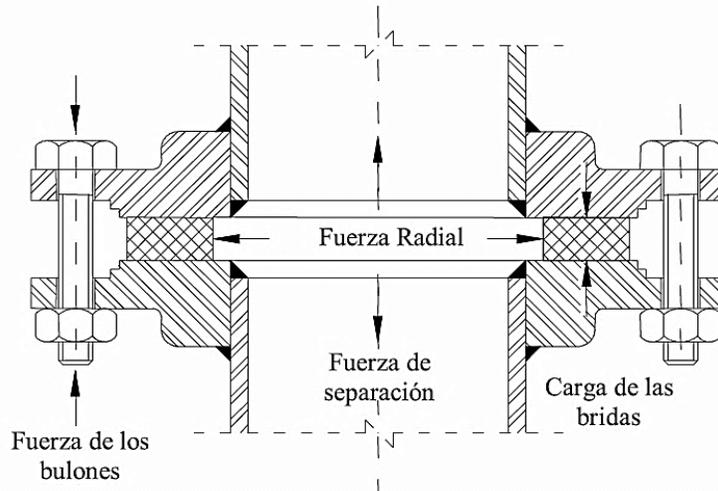


Figura 3. Principales fuerzas actuantes en una unión bridada.

Juntas Industriales. José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

#### 3.2.3.3.1. CLASES DE PRESIÓN PARA BRIDAS.

Las bridas de acero forjado, según ASME B16.5, se fabrican en siete grados primarios:

150Lbs - 300Lbs - 400Lbs - 600Lbs - 900Lbs - 1500Lbs - 2500Lbs

El concepto de las clasificaciones de la brida es muy claro. Una brida de clase 300 puede manejar más presión que una brida clase 150, porque una brida clase 300 se construye con más metal y puede soportar más presión. Sin embargo, hay una serie de factores que pueden afectar la capacidad de resistencia a la presión de una brida.

La Clase (de Presión), o clasificación de las bridas se proporciona en Libras. Se utilizan diferentes nombres para indicar esta clasificación. Por ejemplo: 150 Lb, o 150 Lbs, o 150#, o Clase 150. Todas significan lo mismo.

Las bridas pueden soportar distintas presiones a diferentes temperaturas. A medida que aumenta la temperatura, disminuye la clasificación de presión de la brida. Por ejemplo, una brida clase 150 es especificada a aproximadamente 270 PSIG en condiciones ambiente, 180 PSIG a 400 ° F aproximadamente, 150 PSIG a 600 ° F aproximadamente, y 75 PSIG a 800 ° F aproximadamente.

En otras palabras, cuando baja la presión, la temperatura se eleva y viceversa. Otros factores son que las bridas se pueden construir de diferentes materiales, tales como acero inoxidable, hierro fundido y hierro dúctil, acero al carbono, etc... Cada material tiene diferente clasificación de presión.

A continuación se muestra un ejemplo de una brida 12 NPS con las diversas clases de presión. Como puede ver, el diámetro interior y el diámetro del escalón son iguales para todos; pero el diámetro externo, el círculo de pernos, y diámetro de los barrenos van creciendo cuando aumenta la clase de presión.

El número y diámetro (mm) de los barrenos es:

- Clase 150 - 12 x 25.4
- Clase 300-16 x 28.6
- Class 400 - 16 x 34.9
- Class 600 - 20 x 34.9
- Class 900 - 20 x 38.1
- Class 1500 - 16 x 54
- Class 2500 - 12 x 73

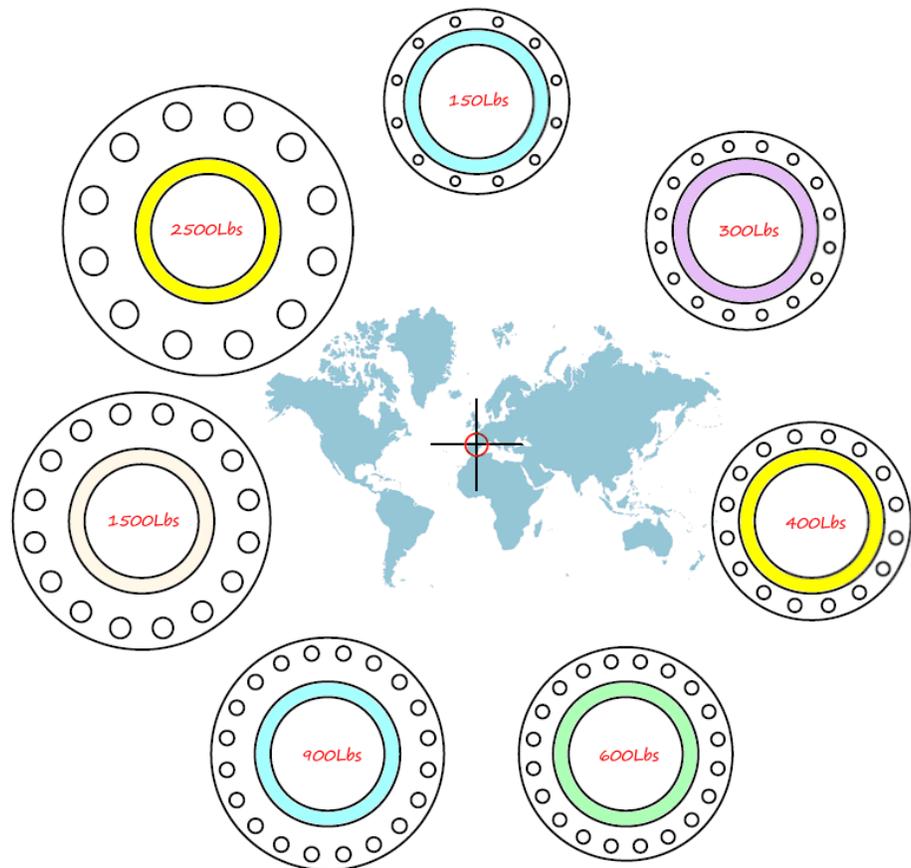


Figura 4. Clases de presión para bridas.

Explore the world of piping.

[http://www.wermac.org/flanges/flanges\\_general\\_part2.html](http://www.wermac.org/flanges/flanges_general_part2.html)

### 3.2.3.4. ACABADO SUPERFICIAL DE LAS BRIDAS.

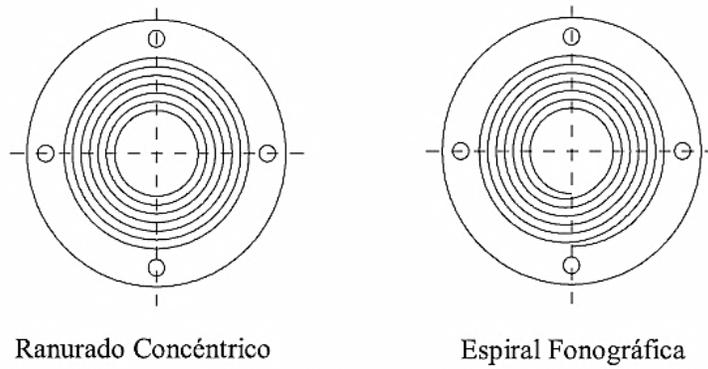
Para cada tipo de junta existe un acabado recomendado para la superficie de la brida. Este acabado no es obligatorio, pero se basa en resultados de aplicaciones prácticas exitosas.

Como regla general, es necesario que la superficie sea ranurada para las juntas no metálicas. Juntas metálicas exigen acabados lisos y las semi-metálicas ligeramente áspero. La razón de esta diferencia es que las juntas no metálicas precisan ser "mordidas" por la superficie de sellado, evitando una extrusión o expulsión de la junta por la fuerza radial.

El tipo de la junta determinará el acabado de la superficie de sellado, no existiendo un acabado único para los diversos tipos de juntas. El material de la junta debe tener una dureza siempre menor a la de la brida, de modo que el aplastamiento sea siempre en la junta, manteniendo el acabado superficial de la brida inalterado.

#### 3.2.3.4.1. ACABADOS COMERCIALES EN LAS CARAS DE LAS BRIDAS.

Las superficies de las bridas pueden variar desde el acabado bruto de fundición hasta el lapidado. Sin embargo, el acabado más encontrado comercialmente para bridas en acero es el ranurado concéntrico o en espiral fonográfica. Ambas son maquinadas con herramientas como mínimo de 1.6 mm (1/16") de radio y 45 a 55 ranuras por pulgada.



**Figura 5. Acabados comerciales en las caras de las bridas.**

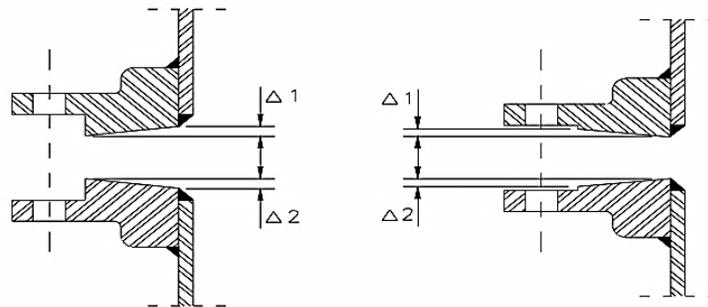
Juntas Industriales. José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

### 3.2.3.5. PARALELISMO DE LAS SUPERFICIES DE SELLADO.

La tolerancia para el paralelismo se muestra en la figura siguiente:

$$\text{Total fuera de paralelismo} = \Delta_1 + \Delta_2 \leq 0.4 \text{ mm}$$



**Figura 6. Tolerancia para el paralelismo de las superficies de sellado.**

Juntas Industriales. José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

### 3.2.3.6. TIPOS DE BRIDAS

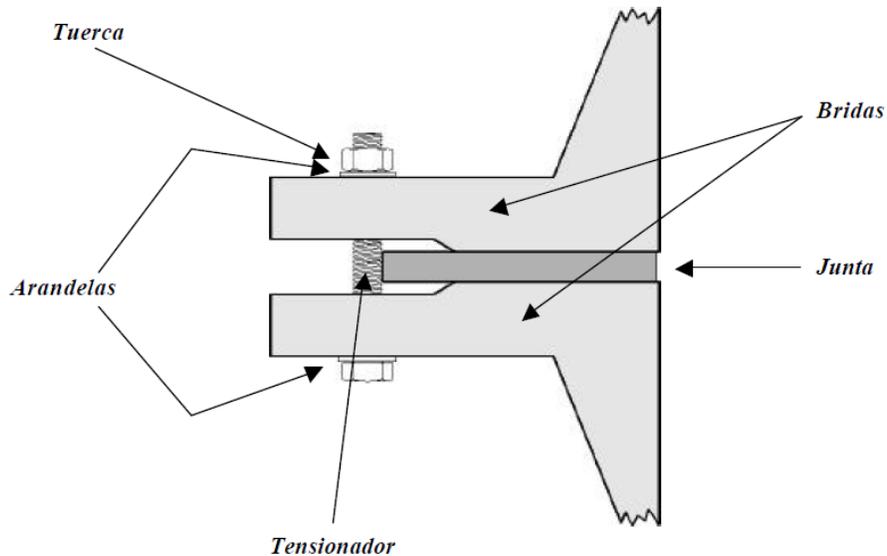


Figura 7. Elementos del Sistema.

Guía para la utilización segura de elementos de Sellado.

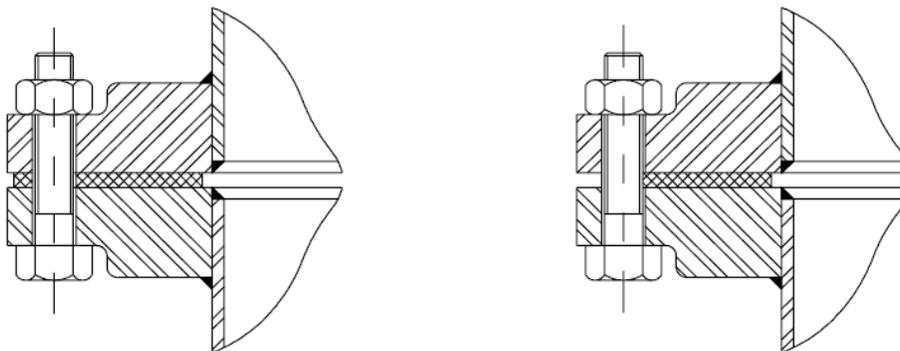
[http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009\\_98\\_ESP.pdf](http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009_98_ESP.pdf)

Las combinaciones más comunes se presentan a continuación. Información obtenida de la referencia: Tolerancia para el paralelismo de las superficies de sellado. Juntas Industriales; José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

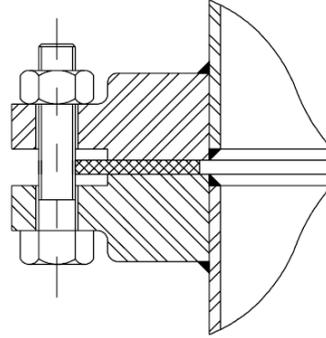
#### 3.2.3.6.1.1. CARA PLANA.

Junta no confinada. Las superficies de contacto de ambas bridas son planas. La junta puede ser tipo RF, hasta los tornillos, o FF, cubriendo toda la superficie de contacto. Normalmente usados en bridas de materiales frágiles.



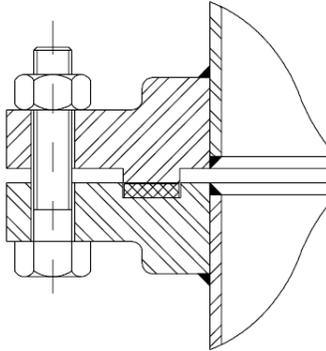
### 3.2.3.6.1.2. CARA CON RESALTE.

Junta no confinada. Las superficies de contacto llevan un resalte de 1.6 mm ó 6.4 mm. La junta llega normalmente hasta los tornillos. Permite la colocación y retiro de la junta sin separa las bridas facilitando eventuales trabajos de mantenimiento. Es el tipo más usado en tuberías.



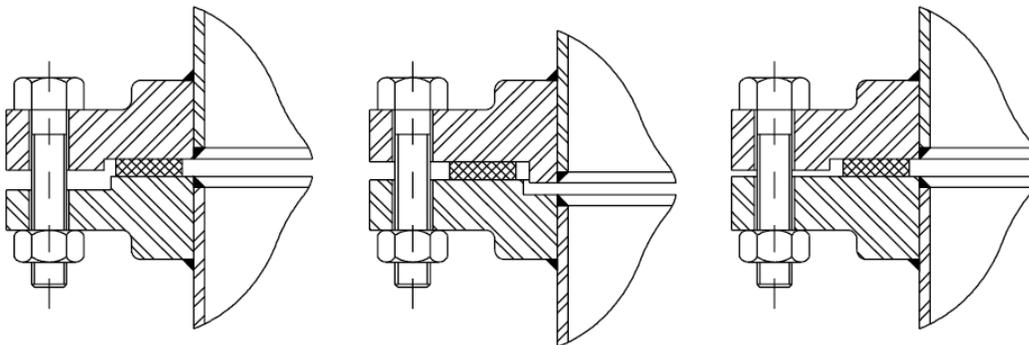
### 3.2.3.6.1.3. LENGÜETA Y RANURA.

Junta totalmente confinada. La profundidad de la ranura es igual o un poco mayor que la altura de la lengüeta. La junta tiene, normalmente, el mismo ancho de la lengüeta. Es necesario separar las bridas para la colocación de la junta. Este tipo de brida produce elevadas presiones sobre la junta, no siendo recomendado para juntas no metálicas.



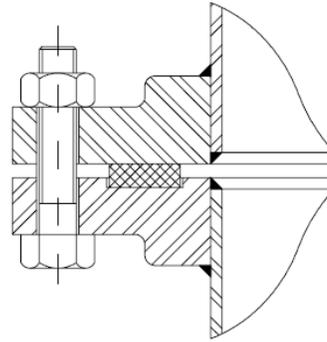
### 3.2.3.6.1.4. MACHO Y HEMBRA.

Junta semi-confinada. El tipo más común es el de la izquierda. La profundidad de la hembra es igual o menor que la altura del macho, para evitar la posibilidad de contacto directo de las bridas cuando la junta es aplastada. El diámetro externo de la hembra es hasta de 1.6 mm mayor que el del macho. Las bridas deben ser separadas para el montaje de la junta. En las figuras de la derecha e izquierda, la junta está confinada en el diámetro externo; en la figura del centro, en el diámetro interno.



### 3.2.3.6.1.5. CARA PLANA Y RANURA.

Junta totalmente confinada. La cara de una de las bridas es plana y la otra posee una ranura donde la junta está encajada. Usadas en aplicaciones donde la distancia entre las bridas debe ser precisa. Cuando la junta es aplastada, las bridas se tocan. Solamente las juntas de gran resiliencia pueden ser usadas en este tipo de montaje. Juntas espiraladas, O-rings metálicos no sólidos, juntas activadas por la presión y de doble camisa con relleno metálico son las más indicadas.



### 3.2.3.6.1.6. RING JOINT.

También llamado anillo API. Ambas bridas poseen canales con paredes en ángulo de 23°. La junta es de metal sólido con perfil oval u octogonal, que es el más eficiente.

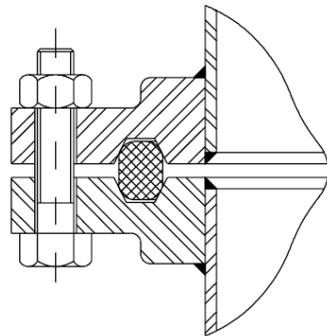


Figura 8. Bridas con sus nombres en inglés. Todas las bridas que se muestran están incluidas en los estándares ASME y ASTM. La norma ASME B16.5, describe las dimensiones, las tolerancias dimensionales, etc. Y la norma ASTM, las distintas calidades de los materiales.



### 3.3. DURACIÓN. FALLA. MANTENIMIENTO. REEMPLAZO

La duración de las juntas cortadas depende de varios factores, desde la correcta elección del sistema de sellado (puede ser que una junta cortada no sea la mejor solución), el material elegido, la calidad del corte, la correcta colocación de la junta, el sometimiento a esfuerzos en la aplicación, la presión, la temperatura, etc. En la figura dos, se muestra la distribución de las causas detectadas en 100 juntas con fallas prematuras, siendo el mayor porcentaje debido a equivocaciones en la selección del material apropiado y la instalación de la junta.

Cuando se detecta una fuga en la aplicación, debe repararse de inmediato. Aunque se recomienda establecer un calendario de mantenimiento preventivo para verificar el estado de la maquinaria y las tuberías, así como un programa de cambio de juntas después de un determinado tiempo, con el fin de evitar una fuga que genere costos de paro no programado de maquinaria, daños y posibles accidentes.

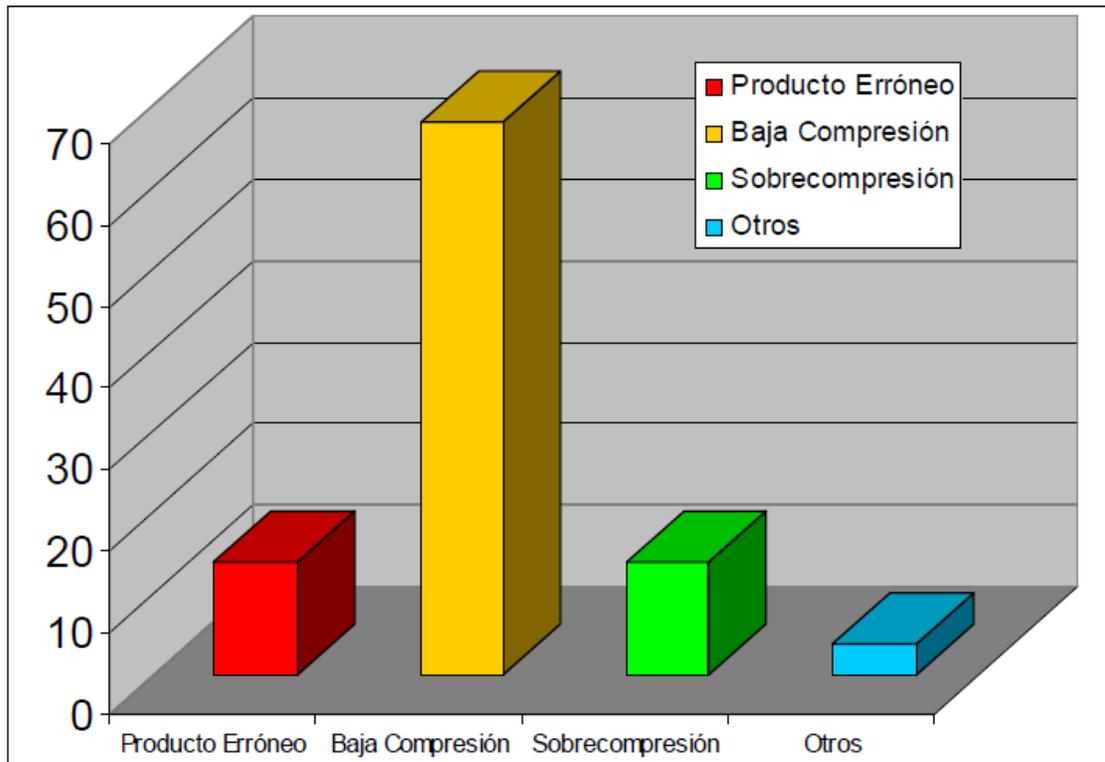


Figura 9. Revisión de 100 juntas con fallas prematuras. De las 100 juntas analizadas, 82 mostraron señales de una compresión inadecuada. Este tipo de falla es resultado directo de un seguimiento inapropiado en los procedimientos de selección de materiales e instalación.

La búsqueda de la mejor solución de sellado. Jim Drago, P.E. & Matt Tones, Garlock Sealing Technologies

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=815](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=815)



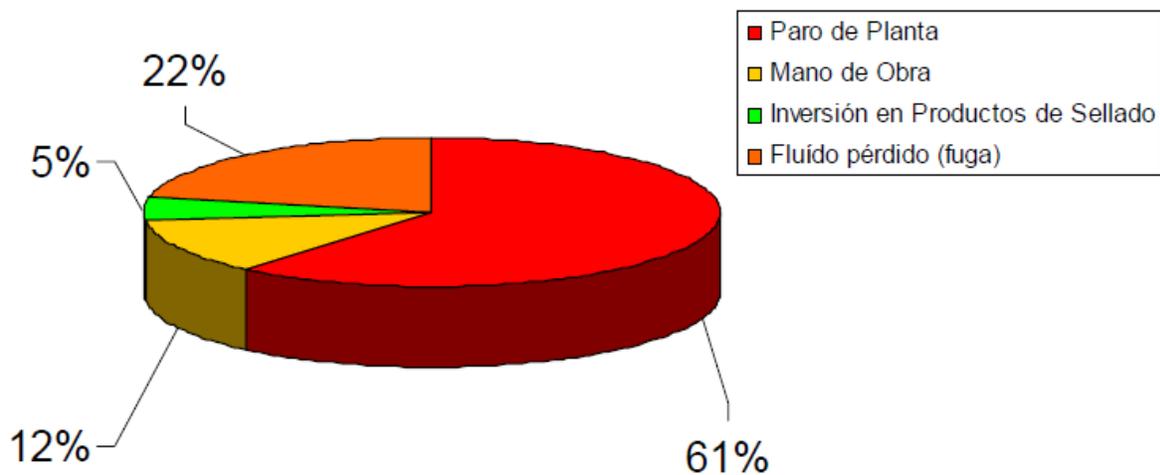
**Figura 10. Juntas con deformidades y fallas. En la imagen de la derecha, el lubricante erróneo redujo la resistencia a la fricción de esta junta en el flange, permitiendo que se extruyera, debilitando al EPDM y reduciendo la resistencia a la compresión de la junta.**

Understanding Sealing Solutions. CEP July 2009

[www.aiche.org/cep](http://www.aiche.org/cep) ;

Los costos por un paro no programado son muy elevados, incluso sobrepasan los costos por mano de obra o por el fluido perdido. Esto puede verse en la gráfica siguiente:

### Integración de Costos por Paro NO programado



**Figura 11. Distribución porcentual de costos generado en un paro NO programado por falla en el dispositivo de sellado.**

La búsqueda de la mejor solución de sellado. Jim Drago, P.E. & Matt Tones, Garlock Sealing Technologies

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=815](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=815)

### 3.4. MATERIALES PARA JUNTAS NO METÁLICAS.

La cantidad de materiales a utilizar para la fabricación de las juntas cortadas es tan grande como las aplicaciones que las requieren. Para mencionar algunos, tenemos: materiales base hule, PTFE, grafito, esponjas, fieltros, papeles, cartón, non-asbestos, materiales dieléctricos (Nomex, Mylar fish paper), PVC, piel y carnaza, telas, fieltros, Coroplast, polipropileno, etc. Incluso existen empaques de materiales metálicos, que son cortados con troqueles especiales para ello.

### 3.4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Las 4 condiciones básicas que deben ser observadas al seleccionar el material de una junta son:

- Presión de operación
- Fuerza de los tornillos
- Resistencia al ataque químico del fluido (corrosión)
- Temperatura de operación.

### 3.4.2. FACTOR PXT O FACTOR DE SERVICIO

Este factor es un buen punto de partida para seleccionar el material de la junta. Se obtiene multiplicando el valor de presión en  $\text{Kg/cm}^2$  por la temperatura en  $^{\circ}\text{C}$ . Si el valor fuera mayor que 25,000, debe escogerse una junta metálica.

P X T máximo	Temperatura $^{\circ}\text{C}$ máxima	Material de la Junta
530	150	Goma
1150	120	Fibra vegetal
2700	250	PTFE
15000	540	Lamina comprimida
25000	590	Lamina comprimidas con tela metálica

Figura 12. Factor de servicio para 5 tipos de materiales.

Juntas Industriales. José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

### 3.5. ESPESOR DE JUNTA

Es muy importante elegir una junta lo más delgada posible. Los motivos son:

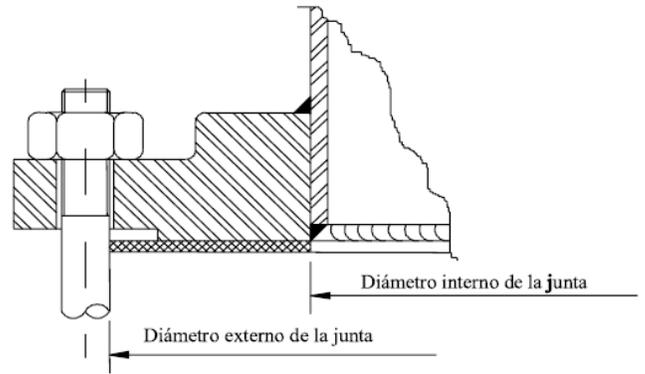
1. En muchos casos (particularmente en el sellado de gases) un material más fino requiere una tensión mínima menor para sellar.
2. La resistencia a la relajación de la tensión (la capacidad de una junta de soportar los efectos de la tensión y de la temperatura sin reducir indebidamente el espesor) disminuye incrementando el espesor de la junta.
3. Un material más fino tiene mayor capacidad para soportar altas cargas.

No obstante, la junta ha de tener un espesor suficiente para tolerar la deformación debida a la rugosidad y a las irregularidades e imperfecciones superficiales de la brida.

### 3.6. TIPOS DE JUNTAS CORTADAS

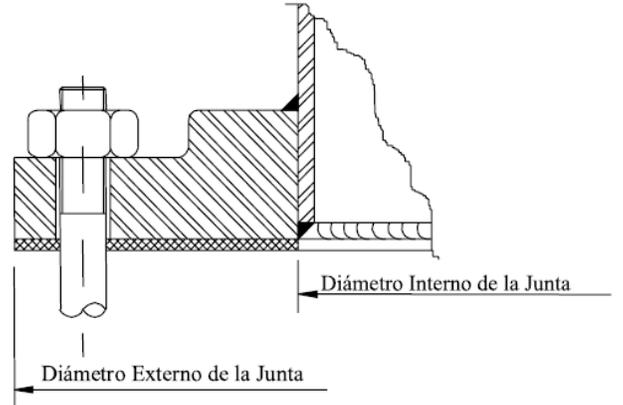
#### 3.6.1. RAISED FACE (RF).

Es una junta cuyo diámetro externo es tangente a los tornillos, haciéndola autocentrante al ser instalada. Es el tipo de junta más usada en bridas industriales, por ser más económica sin pérdida de desempeño. Siempre que sea posible, debe ser usada el tipo RF, pues es más económica y presente menor área de contacto con la brida, teniendo así un mejor aplastamiento.



#### 3.6.2. FULL FACE (FF).

Es una junta que se extiende hasta el diámetro externo de la junta. Es normalmente usada en bridas de materiales frágiles o de baja resistencia. Se debe tener bastante cuidado en aplastar adecuadamente la junta debido a su mayor área de contacto.



#### 3.6.3. INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Es bastante frecuente el uso de juntas en bridas no normalizadas, como por ejemplo, en los espejos de los intercambiadores de calor. Es este caso, las recomendaciones deben ser observadas cuidadosamente. La presión máxima de aplastamiento no debe sobrepasar los valores indicados para cada tipo de lámina comprimida.

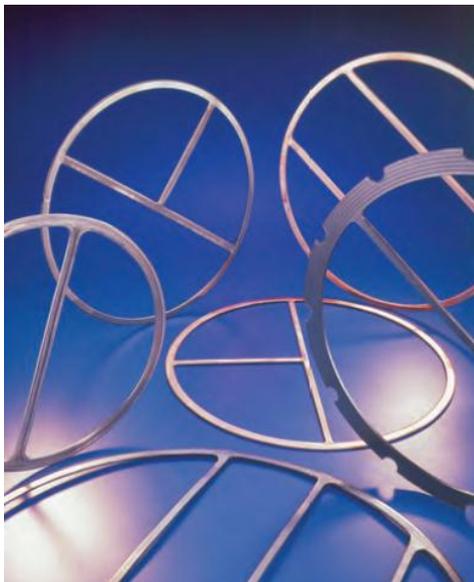
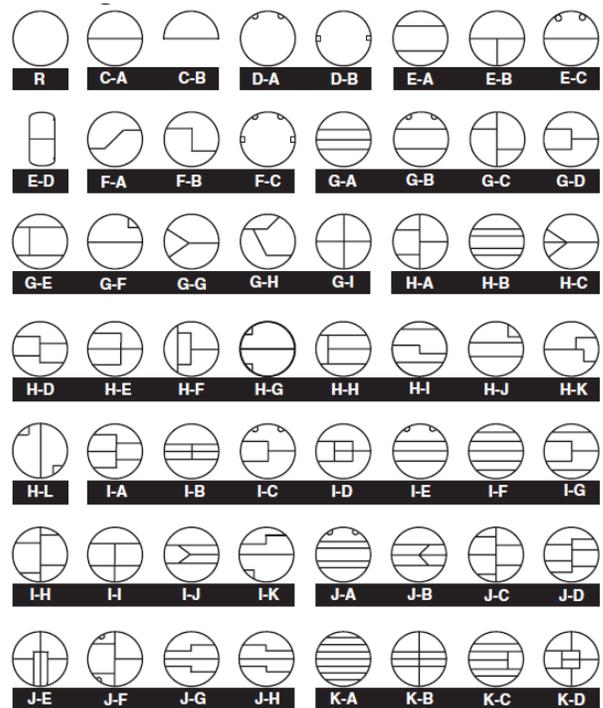


Figura 13. Diferentes configuraciones de juntas cortadas para intercambiadores de calor.



## 3.7. LÁMINAS COMPRIMIDAS

Desde su introducción, en el siglo pasado, las láminas comprimidas han sido el material más usado para sellado de bridas. Poseen características de sellabilidad en un amplio rango de condiciones operacionales.

Láminas comprimidas. Son fabricadas a partir de la vulcanización bajo presión de elastómeros con fibras minerales o sintéticas. Por ser bastante económicos con relación a su desempeño, son los materiales más usados en la fabricación de juntas industriales, cubriendo una amplia gama de aplicación. Sus principales características son:

- Elevada resistencia al aplastamiento
- Bajo creep (creep relaxation)
- Resistencia a altas temperaturas y presiones
- Resistencia a productos químicos

### 3.7.1. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

En la fabricación de láminas comprimidas, fibras de asbesto y otros materiales como el Kevlar<sup>®</sup>, son mezclados con elastómeros y otros materiales, formando una masa viscosa. Esta masa es calandrada en caliente hasta la formación de una hoja con las características y dimensiones deseadas.

La fibra, el elastómero o la combinación de elastómeros, otros materiales, la temperatura y tiempo de procesamiento, se combinan de una forma que resulta en una lámina comprimida con características específicas para cada aplicación.

#### 3.7.1.1. FIBRAS

Las fibras poseen la función estructural, determinando, principalmente las características de elevada resistencia de las láminas comprimidas. En cartones con base en asbesto, el problema de riesgos personales a los usuarios es bastante reducido, por estar las fibras totalmente impregnadas por caucho. Las láminas a partir de fibras sintéticas son totalmente "libres de asbesto, lo que ofrece mayor seguridad a los usuarios. Se recomienda el uso correcto de láminas de asbesto; el lijado, raspado o cualquier otro proceso que provoque polvo, debe ser realizado evitando su inhalación, usando máscaras con filtros descartables. Para más informaciones sobre la manipulación y uso correcto del asbesto, deben consultarse las reglamentaciones específicas de cada país.

#### 3.7.1.2. ELASTÓMEROS

Los elastómeros, vulcanizados bajo presión con las fibras, determinan la resistencia química de las láminas comprimidas, dándoles también sus características de flexibilidad y elasticidad. Los elastómeros más usados son:

- Caucho natural (NR): producto natural extraído de plantas tropicales que presenta excelente elasticidad, flexibilidad, baja resistencia química y a la temperatura.
- Caucho estireno-butadieno (SBR): también conocido como "caucho sintético", fue desarrollado como alternativa al caucho natural y posee características similares.
- Cloropreno (CR): Más conocido por el nombre comercial de Neopreno, posee excelente resistencia a los aceites, gasolina, solventes de petróleo y al Ozono.
- Caucho nitrílico (NBR): superior a los cauchos SBR y CR en relación a productos químicos y temperatura. Tiene excelente resistencia a los aceites, gasolina, solventes de petróleo, hidrocarburos alifáticos y aromáticos, solventes clorados y aceites vegetales y animales.
- Hypalon: posee excelente resistencia química inclusive a los ácidos y álcalis.

\* En el capítulo 3.12 se hará una descripción más detallada de los elastómeros.

### **3.7.1.3. REFUERZO METÁLICO.**

Para evitar la resistencia a la compresión, las láminas comprimidas pueden ser reforzadas con malla metálica. Estos materiales son recomendados para aplicaciones donde la junta está sujeta a tensiones mecánicas altas. La malla es normalmente de acero al Carbono, pudiendo ser usado también el acero inoxidable, para resistir mejor al fluido sellado. Las juntas de lámina comprimida con inserción metálica presentan una sellabilidad menor, pues la inserción de la malla posibilita una fuga a través de la propia junta. La tela también dificulta el corte de la junta y debe ser usada solamente cuando es estrictamente necesario.

### **3.7.1.4. ACABADO SUPERFICIAL.**

Los diversos tipos de láminas comprimidas, son fabricadas con dos acabados superficiales, natural (que permite una mayor adherencia a la faz de la brida) y anti-stick (evita la adherencia a la brida, facilitando el recambio de la junta).

### **3.7.1.5. DIMENSIONES DE PROVISIÓN**

Las láminas comprimidas son comercializadas en hojas de 40"x40", 60"x60", 60"x120", 120"x120", 180"x180"

### **3.7.1.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Las asociaciones normalizadoras y los fabricantes, desarrollaron varios ensayos para permitir la uniformidad de fabricación, determinación de las condiciones, límites de aplicación y comparación entre los materiales de diversos fabricantes.

#### **3.7.1.6.1. COMPRESIBILIDAD Y RECUPERACIÓN**

Medida de acuerdo con la norma ASTM F36A, es la reducción de espesor del material cuando es sometido a una carga de 5000 psi (34.5 MPA) y se expresa como un porcentaje del espesor original. Recuperación es la retomada de espesor cuando la carga es retirada, y se expresa como porcentaje del espesor comprimido.

La compresibilidad indica la capacidad del material de acomodarse a las imperfecciones de la cara de la brida. Cuanto mayor es la compresibilidad, más fácilmente el material rellena las irregularidades.

La recuperación indica la capacidad del material de absorber los efectos de las variaciones de presión y temperatura.

#### **3.7.1.6.2. SELLABILIDAD**

Medida de acuerdo con la norma ASTM F37, indica la capacidad de sellar, bajo condiciones controladas de laboratorio con isoctano, a la presión de 1 atmósfera y de carga en la brida variando de 125 psi (0.86 MPa) a 4000 psi (27.58 MPa).

#### **3.7.1.6.3. RETENCIÓN DE TORQUE**

Medida de acuerdo con la norma ASTM F38, indica la capacidad del material en mantener el apriete a lo largo del tiempo, se expresa como el porcentaje de pérdida de la carga inicial, al contrario de un material inestable que presenta una pérdida continua causando una degradación del sellado con el tiempo. La presión inicial del test es de 21 MPa, temperatura 100°C y tiempo 22 horas. Cuanto mayores son el espesor del material y la temperatura de operación, menos es la retención del torque. Las Normas DIN 52913 y BS 2815 establecen los métodos de medición de la retención del torque.

### 3.7.1.6.4. INMERSIÓN EN EL FLUIDO.

Medida de acuerdo con la norma ASTM F146, que permite verificar la variación del material, cuando está inmerso en fluidos por tiempo y temperatura determinados. Los fluidos de ensayo de inmersión más usados son el aceite RIM 903, basado en petróleo y el ASTM Fuel B, compuesto por 70% isoctano y 30% tolueno y también inmersión en ácidos. Son verificadas las variaciones de compresibilidad, recuperación, aumento de espesor, reducción de resistencia a la tracción y aumento de peso

### 3.7.1.6.5. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

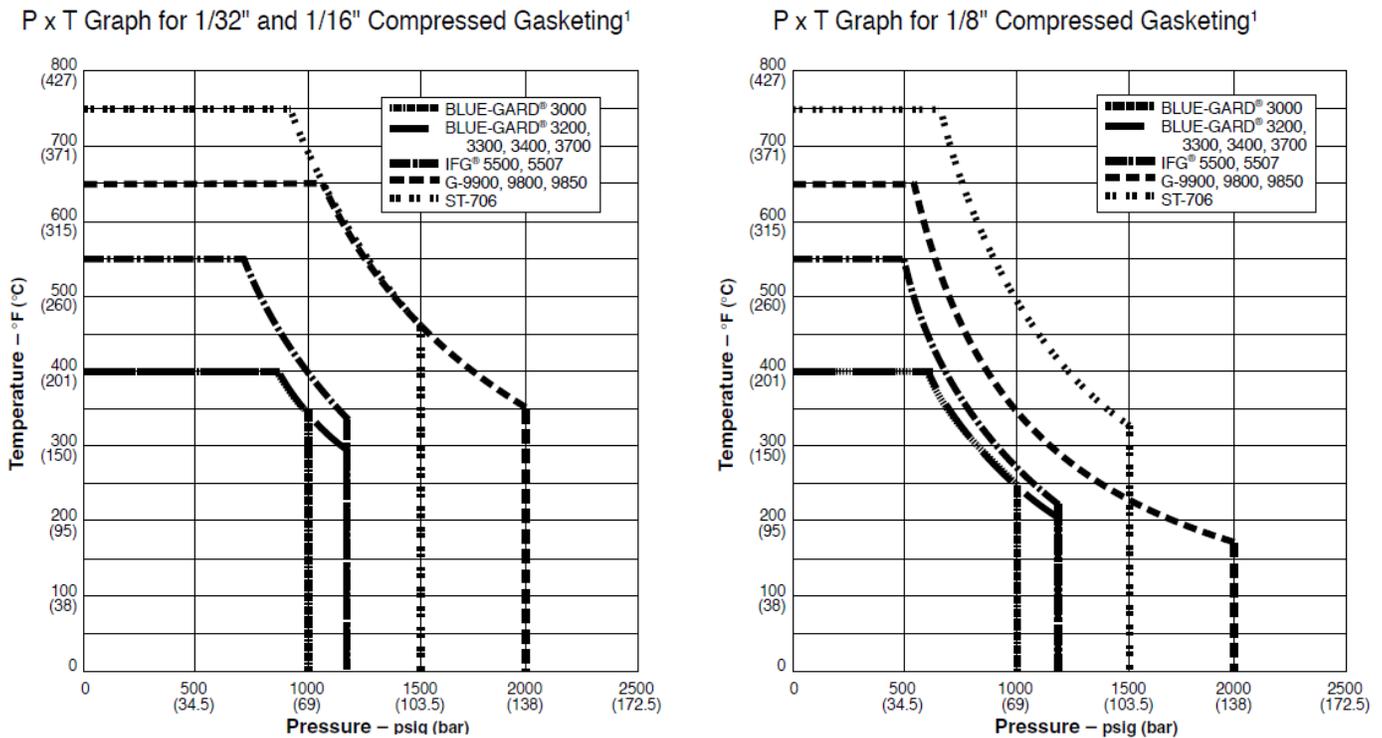
Medida de acuerdo con la Norma ASTM F152, es un parámetro de control de calidad y su valor no está directamente relacionado con las condiciones de aplicación del material.

### 3.7.1.6.6. PÉRDIDA POR CALCINACIÓN

Medida por la Norma ASTM F495 indica el porcentaje de material perdido al calcinar el material.

### 3.7.1.7. DIAGRAMA PRESIÓN X TEMPERATURA

No existiendo ensayo internacionalmente adoptado para establecer límites de operación de los materiales para juntas, los fabricantes han desarrollado procedimientos específicos para determinar la presión máxima de trabajo, en función de la temperatura.



### 3.8. PTFE

Politetrafluoroetileno, desarrollado por Du Pont, que lo comercializa con la marca Teflón<sup>®</sup>, el PTFE es un polímero con excepcional resistencia química, por lo que es el plástico más usado para sellados industriales. Los únicos productos químicos que atacan al PTFE son los metales alcalinos en estado líquido y el flúor libre. El PTFE posee también excelentes propiedades de aislamiento eléctrico, antiadherente, resistencia al impacto y bajo coeficiente de fricción. Los productos para sellado son obtenidos a partir de la sinterización o extrusión del PTFE puro o con aditivos, resultando productos con características diversas. Tiene muy baja resiliencia, es decir, que una vez deformado por compresión, no recupera su forma original. Para su aplicación en juntas comprimidas esta característica es una desventaja. Expuesto a altas temperaturas emite gases de Flúor, que son tóxicos.

#### 3.8.1. GYLON

Cuando el PTFE fue desarrollado en 1938, su importancia para el sellado industrial fue reconocida rápidamente debido a su enorme resistencia química. Mientras se incrementaba el uso de PTFE como un material de empaque en aplicaciones industriales, comenzaron las quejas sobre ciertas propiedades: marcas en el material hacían difícil el sellado, el flujo en frío causaba fugas y fallas prematuras, y los ciclos de temperatura / presión eran un problema, debido a la dilatación / contracción del material.

Estos inconvenientes fueron eliminados cuando Garlock introdujo Fawn GYLON<sup>®</sup>, estilo 3500, en 1967. El proceso de fabricación del GYLON<sup>®</sup> minimiza la fluencia y flujo en frío (creep) normalmente asociados con los productos PTFE, conservando otras características positivas del PTFE, como la resistencia química y a altas temperaturas.

Al crecer la diversidad de aplicaciones, se fue requiriendo un mayor número de sistemas de tuberías exóticas para manejar los muchos químicos corrosivos y peligrosos en el mercado. Un inconveniente común de estos tipos de materiales de tubería es la pequeña cantidad de carga que puede aplicarse a un empaque antes de que la brida sea distorsionada o agrietada. Garlock ENVELON<sup>®</sup> tiene un material blando en la cara que da a la brida, en donde la compresibilidad es necesaria, pero tiene un núcleo más duro en el medio, para evitar que la infiltración del medio la dañe.

Conforme fueron aumentando las demandas de producción, la cavitación y/o picos de presión se hicieron más comunes. El GYLON<sup>®</sup> HP 3560 y HP 3561 tienen un inserto perforado de acero inoxidable que los hace muy resistentes cuando la compatibilidad química es una preocupación en sistemas de alta presión.

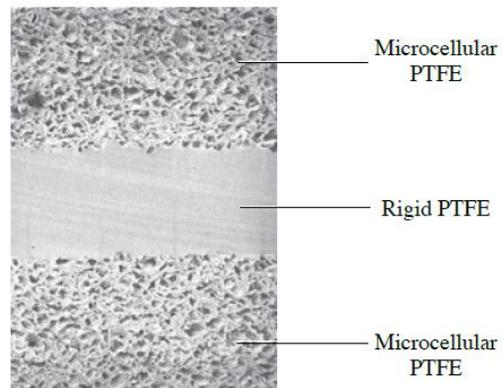


Figura 15. Vista de corte con microscopio electrónico. Todas las capas son fabricadas mediante el proceso GYLON<sup>®</sup> – capas fundidas con calor, sin el empleo de adhesivos.

A continuación, en la figura 16, se muestra una imagen con la deformación ocasionada en juntas tipo anillo de Gylon® y de PTFE. Se sometieron durante una hora a una compresión de 2,000 PSI Y 260°C.

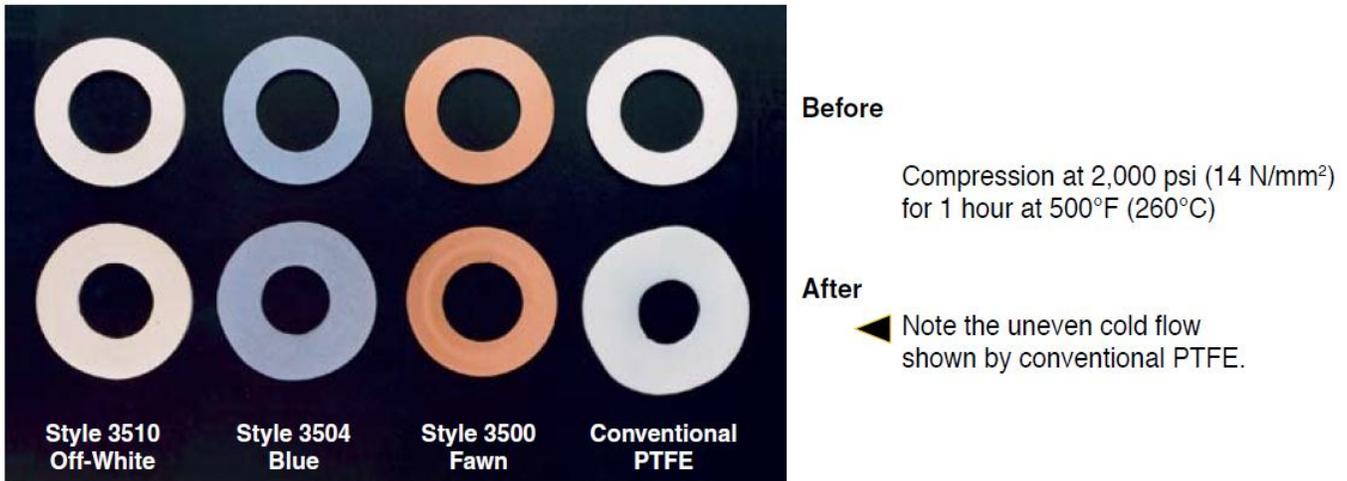


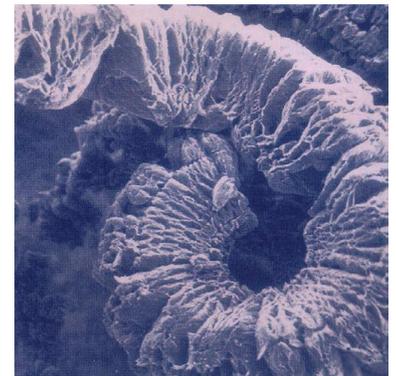
Figura 16. Deformación en juntas tipo anillo.

GARLOCK GYLON® PRODUCTS - Garlock Sealing Technologies

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=203](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=203)

### 3.9. GRAFITO FLEXIBLE

Producido a partir de la expansión y calandrado del grafito natural, posee entre 95% y 99% de pureza. Grumos de grafito son tratados con ácido, neutralizados con agua y secados hasta un determinado nivel de humedad. Este proceso deja agua entre los granos de grafito. Enseguida, los grumos que alcanzan volúmenes de 200 o más veces del original. Estos grumos expandidos son calandrados, sin ningún aditivo o ligante, produciendo hojas de material flexible.

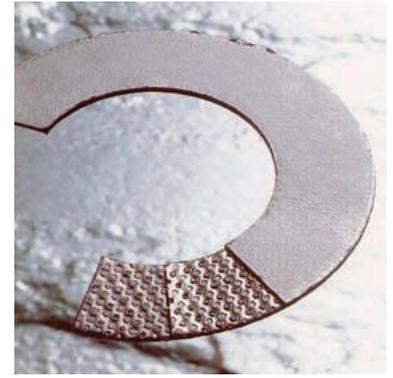


El grafito flexible presenta reducido “creep”, definido como una deformación plástica continua de un material sometido a presión. Por lo tanto, la pérdida de fuerza de los tornillos es reducida, eliminando reaprietes frecuentes.

Debido a sus características, el grafito flexible es uno de los materiales de sellado más seguro. Su capacidad de sellar, ha sido ampliamente comprobada, tanto en los ambientes más agresivos, como a elevadas temperaturas. Posee excelente resistencia a los ácidos, soluciones alcalinas y compuestos orgánicos. No obstante, en atmósferas oxidantes y temperaturas superiores a 450°C, su uso debe ser cuidadosamente analizado, que el carbono calentado en presencia de oxígeno, forma CO<sub>2</sub>, reduciendo su masa. Límites de temperatura: -240°C a 3000°C en atmósfera neutra o reductora, y de -240°C a 450°C en atmósfera oxidante.



Los laminados de grafito pueden implementarse con láminas perforadas o mallas de acero, para aumentar la fuerza de expansión y la capacidad de carga y poder así mejorar las propiedades de uso. El material de Grafito Laminado se utiliza a menudo para sustituir el material de amianto, debido a sus propiedades de resistencia química y temperatura excelentes. El material de Grafito Laminado es ideal para uso con vapor, pues no contiene gomas y no se ve afectado por el endurecimiento del material.



**Puede ser cortado con facilidad.**



**De fácil instalación.**

### **3.10. PAPEL**

El material de papel para juntas supone una solución de sellado de bajo costo para aplicaciones donde se requiere la fuerza adicional debida al refuerzo de la fibra como la aramida, el cristal o el carbón. Los materiales de papel se utilizan a menudo para baja presión y temperatura.

La hoja de fibra de celulosa es fabricada a partir de celulosa aglomerada con cola y glicerina. Es muy usada en el sellado de productos de petróleo, gases y solventes varios. Disponible en planchas, juntas o rollos con espesores de 0.5 mm a 1.6 mm. Límite máximo de temperatura 120°C. Se utiliza sobre todo en la industria del automóvil por su excelente resistencia al aceite y el combustible, proporcionando un sellado duradero y fiable con un bajo costo.

### **3.11 CORCHO**

Granos de corcho son aglomerados con goma para obtener la compresibilidad del corcho, con las ventajas de la goma sintética. Ampliamente utilizada cuando la fuerza de ajuste es limitada, como en bridas de chapa fina estampada o de material frágil, como la cerámica y el vidrio. Recomendada para uso con agua, aceites, lubricantes y otros derivados de petróleo en presiones hasta 3 bar y temperatura hasta 120°C. Posee poca resistencia al envejecimiento y no debe ser usada con ácidos inorgánicos, álcalis y soluciones oxidantes.

### **3.12. ELASTÓMEROS**

Materiales bastante empleados en la fabricación de juntas, en virtud de sus características de sellabilidad. Existen en el mercado diversos tipos de polímeros y formulaciones, permitiendo una gran variación en la selección.

### 3.12.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Las principales características que tornan la goma un buen material para juntas con:

- *Resiliencia:* la goma es un material con elevada resiliencia. Siendo bastante elástico, rellenando las imperfecciones de las bridas, y con una pequeña fuerza de apriete.
- *Polímeros:* hay diversidad de polímeros con diferentes características físicas y químicas.
- *Combinación de polímeros:* la combinación de varios polímeros en una fórmula permite obtener diferentes propiedades físicas y químicas, tales como resistencia a la tracción o a los productos químicos, dureza, etc.
- *Variedad:* chapas o láminas con diferentes espesores, colores, anchos, largos y acabados superficiales pueden ser fabricados para atender las necesidades de cada caso.

*En juntas industriales, los Elastómeros normalmente son utilizados en bajas presiones y temperaturas. Para mejorar la resistencia mecánica, pueden ser empleados refuerzos con una o más capas de tela de algodón. La dureza normal para juntas industriales es de 55 a 80 Shore "A" y espesores de 0.8 mm (1/32") a 6.4 mm (1/4").*

**Goma Natural (NR).** Posee buena resistencia a las sales inorgánicas, amoníaco, ácidos débiles y álcalis; poca resistencia a aceites, solventes y productos químicos; presenta acentuado envejecimiento debido al ataque por el Ozono, no recomendada para uso en lugares expuestos al sol o al Oxígeno; tiene gran resistencia mecánica al desgaste por fricción. Niveles de temperatura bastante limitados: de -50 °C a 90°C.

**Estireno-Butadieno (SBR).** La goma SBR, también llamada "goma sintética", fue desarrollada como alternativa a la goma natural. Recomendada para uso en agua caliente y fría, aire, vapor y algunos ácidos débiles, no debe ser usada en ácidos fuertes, aceites, grasas y solventes clorados; posee poca resistencia al Ozono y a la mayoría de los hidrocarburos. Límites de temperatura de -50°C a 120°C.

**Nitrílica (NBR).** También conocida como Buna-N. Posee buena resistencia a los aceites, solventes hidrocarburos aromáticos y alifáticos y naftas. Poca resistencia a los agentes oxidantes fuertes, hidrocarburos clorados, cetonas y ésteres. Límites de temperatura de -50°C a 120°C.

**Fluorelastómero (CFM, FVSI, FPM).** Más conocido como Vitón, su nombre comercial. Posee excelente resistencia a los ácidos fuertes, aceites, nafta, solventes clorados e hidrocarburos alifáticos y aromáticos. No recomendada para uso con aminos, ésteres, cetonas y vapor. Límites de temperatura de -40°C a 204°C.

**Silicona (SI).** La goma silicona posee excelente resistencia al envejecimiento, no siendo afectada por la luz solar u Ozono, por eso es muy usada en aire caliente. Tiene poca resistencia mecánica, a los hidrocarburos alifáticos, aromáticos y vapor. Posee límites de temperatura más amplios, de -100°C a 260°C.

**Etileno-Propileno (EPDM).** Elastómero con buena resistencia al Ozono, vapor, ácidos fuertes y álcalis. No recomendada para uso con solventes e hidrocarburos aromáticos. Límites de temperatura de -50°C a 120°C.

**Hypalon®.** Elastómero de la familia del Neopreno®, posee excelente resistencia al Ozono, luz solar, productos químicos y buena resistencia a los aceites. Límites de temperatura de -100°C a 260°C.

### 3.13. ALTERNATIVAS DE SELLADO PARA LAS JUNTAS CORTADAS

Dependiendo de la aplicación y las condiciones de operación, se utilizarán diferentes tipos de soluciones de sellado. Los fabricantes generan tablas en las que el usuario puede buscar las condiciones de operación (presión, temperatura y material a sellar) con las que puede hallar la aplicación idónea para resolver su problema. Cuando las juntas cortadas por laminados comprimidos no son la mejor solución, se tienen otras opciones:

### 3.13.1. JUNTAS METÁLICAS (ESPIROMETÁLICAS)

Las juntas espirometálicas tienen capacidad de recuperación bajo la acción de cargas de intensidad variable, causadas por cambios en la presión y temperatura del líquido de proceso, variaciones de temperatura en la cara de la brida, la rotación de la misma, la relajación de la tensión del perno y el deslizamiento.

El elemento de sellado de la junta consiste en un arrollamiento metálico preformado con capas de un material de sellado más suave y más compresible que, durante la compresión, se densifica y fluye para rellenar las imperfecciones de las superficies de las bridas cuando se asienta la junta. El arrollamiento metálico retiene el material de relleno, lo cual proporciona la junta resistencia y resiliencia mecánicas.

Las juntas espirometálicas se pueden fabricar en una amplia variedad de materiales de relleno en función de las diferentes condiciones del servicio, a continuación se muestra una tabla enlistando estos materiales y las temperaturas que soportan, así como el código de color según la norma ASME B16.20:



Material de relleno	Temperatura Máxima	Código de color ASME B16.20
Grafito	550°C	Banda Gris
PTFE	260°C	Banda Blanca
Mica	1000°C	Banda Verde claro
Mica y Grafito	900°C	-

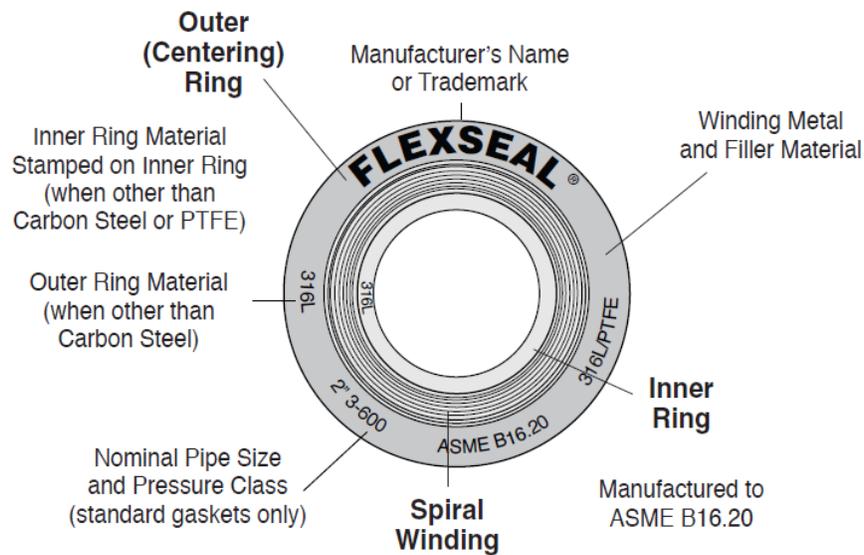
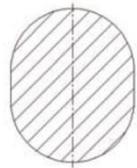


Figura 16. Marcas de identificación requeridas por la norma asme b16.20 para juntas metálicas

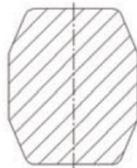
### 3.13.2. JUNTAS RTJ (METALLIC RING JOINTS)

Las juntas de anillo metálicas RTJ son juntas resistentes, para alta presión, y se usan en su mayor parte en plataformas petroquímicas. Están diseñadas y mecanizadas para ser utilizadas conjuntamente con bridas también mecanizadas con precisión.

El criterio principal para seleccionar el material de la junta es la compatibilidad química con el fluido y la dureza de la brida. Es necesario que el material de la junta tenga una dureza 30 Brinell menor que el material de la brida para asegurar la suficiente deformación de la junta sin dañar la cara de la brida. Existen varias clases de juntas de anillo para cada tipo específico de brida:



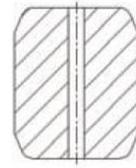
Tipo "R" Oval



Tipo "R" Octogonal



Tipo "RX"

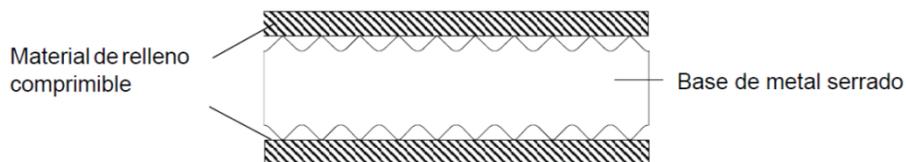


Tipo "BX"

### 3.13.3. JUNTAS SEMI-METÁLICAS

#### 3.13.3.1. JUNTAS CAMPROFILE.

Son juntas que utilizan una base de metal serrado con un recubrimiento de material suave. La base de metal es mecanizada en cada cara de contacto con forma de crestas/valles concéntricos que proporcionan áreas de alta presión, asegurando que el recubrimiento blando cubra cualquier imperfección de la brida, incluso con tornillos con carga relativamente baja. El resultado es una junta que combina los beneficios de un material blando cortado con la ventaja que suponen el sellado integral de una junta metálica.



El grafito expandido es el material de recubrimiento más comúnmente usado para este tipo de juntas. No obstante, se pueden usar otros materiales, como el PTFE, para servicios químicamente agresivos, o la mica, para servicio de alta temperatura. Usos:

- Intercambiadores de calor y recipientes
- Altas y bajas temperaturas
- Presiones hasta 250 bar
- Cargas bajas en tornillos
- Bridas de pequeño espesor
- Bridas dañadas

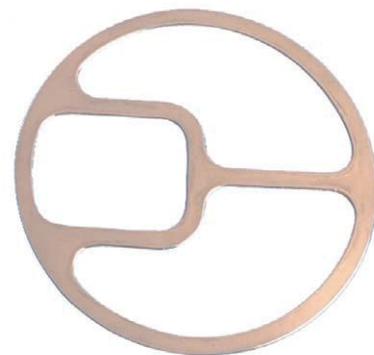


### 3.13.3.2. JUNTAS METALOPLÁSTICAS (ENCHAQUETADAS O JACKETED GASKETS)

Las juntas metaloplásticas son el tipo más básico de juntas semi-metálicas que combinan la adaptación a altas presiones y resistencia a las fugas de los materiales metálicos con la compresibilidad mejorada de materiales blandos. Las juntas metaloplásticas suponen un sellado económico en situaciones en las que las caras de sellado son delgadas. Se pueden realizar en una gran variedad de formas, constituyendo una buena opción para uniones en intercambiadores de calor.

Las juntas corrugadas son una familia de productos muy versátil. Están disponibles en una gran variedad de configuraciones y es apta para una extensa gama de aplicaciones. Para obtener un mejor funcionamiento del sellado, las juntas se pueden recubrir parcial o totalmente.

Las Juntas Metaloplásticas y corrugadas se pueden fabricar para satisfacer una amplia gama de ambientes químicos mediante la selección de una camisa o núcleo aleados.



#### Características Generales

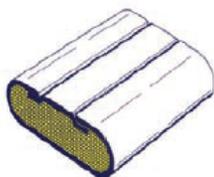
- Económicas
- Fáciles de manejar e instalar
- Aptas para Altas Temperaturas
- Adecuadas para bridas delgadas
- Buena resistencia contra las fugas

#### Aplicaciones

- Intercambiadores de calor
- Gases de escape
- Juntas para uniones cuerpo-tapa de válvulas
- Bridas delgadas

#### Tipos de Juntas Metaloplásticas

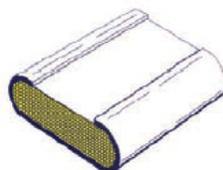
##### Encamisado doble



Tipo 100

Construido en relleno blando encapsulado e inserto dentro de una camisa de metal. Diseñado para uso a alta presión y temperatura.

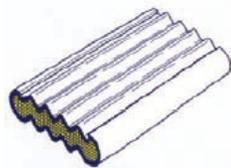
##### Encamisado simple



Tipo 101

Relleno blando recubierto de una chaqueta metálica por ambos lados y una cara. Junta ideal para usos restringidos o en condiciones moderadas de servicio.

##### Corrugado doble Encamisado (Relleno blando)



Tipo 105

El área de contacto reducida potencia las características compresivas que la hacen adecuada para aplicaciones de tornillos con baja carga o con bridas desiguales.

##### Corrugado simple (Sin relleno)



Tipo 104

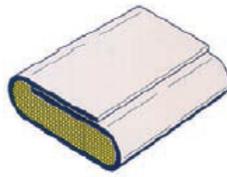
Utilizado principalmente en válvulas y en huecos estrechos. La junta está construida completamente de metal y por tanto requiere un acabado superficial liso.



Tipo 103

### Junta metaloplástica abierta en el diámetro exterior

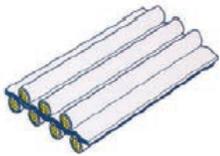
Ideal para usos restringidos donde se requiere la protección del relleno blando del diámetro interior. Usada como junta cuerpo-tapa en válvulas, mirillas y sellos de vacío.



Tipo 102

### Juntas con encamisado simple totalmente cerradas

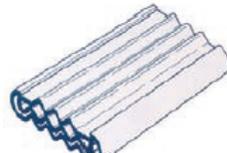
Relleno blando con encamisado simple para usos donde el ancho no permite utilizar una junta de doble encamisado.



Tipo 107

### Corrugada en forma de cordón

Base de metal corrugada con un recubrimiento de material sin amianto. Diseñada para bridas de mala calidad o picadas o para tornillos de baja carga.



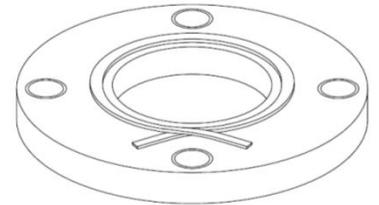
Tipo 106

### Doble encamisado con relleno de metal corrugado

Junta corrugada encapsulada en una camisa plana o corrugada. Diseñada para usos donde está limitada la carga de los tornillos pero se requiere un tipo de unión compacto asociado a una junta de metal.

### 3.13.3.3. JUNTAS DE PTFE EXPANDIDO CON ADHESIVO

Son tiras continuas de PTFE inerte, resistentes a una gran cantidad de químicos. Cumple con las regulaciones FDA (Food & Drug Administration). En una cara tienen un fuerte adhesivo que permite colocar la junta en lugares de difícil acceso. Se fabrica en anchos de 1/8" a 1"



## 4. FABRICACIÓN DE LAS JUNTAS CORTADAS.

Las juntas cortadas se obtienen de láminas, que pueden ser de material comprimido, compuestos de hule, grafito o PTFE. Estos laminados se cortan en las medidas y formas deseadas, mediante el empleo de herramientas especializadas de corte, entre las cuales están las siguientes:

- Combinación de prensa-suaje
- Troquel (suajados plano y rotativo)
- Taladro-cuchilla (cortadora de cuchilla manual)
- Cortadora CNC: (con cuchilla, láser o chorro de agua)

*En el siguiente capítulo se desarrollarán brevemente los equipos de Prensa y de Troquel rotativo solamente.*



El corte depende de los siguientes factores: Longitud de la línea de corte - Resistencia del material - Velocidad requerida - Herramienta (material, filo) - Este tipo de corte no lleva lubricante

## 4.1. DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE LOS EQUIPOS:

1. **La combinación prensa-suaje** es una forma intermitente (discreta) de cortar juntas, de manera 100% manual. El operador realiza todas las actividades, con excepción de la aplicación de la fuerza sobre el suaje (efectuado por la prensa) y el corte del material, que se realiza con el suaje.

### Tipos de prensas hidráulicas

**Prensas hidráulicas manuales**, en modelos estándar. Sus capacidades varían según la carga en toneladas que pueden soportar las cuales son desde 5 hasta 30 toneladas. Aunque en algunas ocasiones, incluso hay lugares donde construyen estas prensas según las necesidades del cliente de hasta 100 y 200 toneladas.

**Prensas hidráulicas de 100 toneladas.** Tienen el beneficio de poder soportar exactamente todo ese peso sin el problema de romperse. Asimismo, si se excede de esa cantidad, cuenta con una válvula de seguridad que da mayor confianza para realizar un mejor trabajo.

**Prensas hidráulicas de 200 toneladas.** Miden poco más de 2 metros, y aunque son un poco más grandes, sólo logran desplazar el 50% más de su peso total.

**Prensas hidráulicas de banco.** Son aquellas prensas que se colocan arriba de un banco de trabajo, ya que carecen de pies.

**Prensas hidráulicas de pie.** Son aquellas con "pies". No se colocan arriba de un banco de trabajo, debido a que vienen provistas con armazón o estructura para colocar directamente sobre el piso. Se deben anclar al piso.

**Prensas hidráulicas motorizadas.** Son aquellas que vienen provistas con una central hidráulica motorizada, en lugar de una bomba manual.

### Usos de las prensas hidráulicas

Principalmente su función es la compresión vertical de piezas que varían en su tamaño. Normalmente son piezas difíciles de trabajar, por lo mismo que es necesario realizar un ajuste más fuerte.

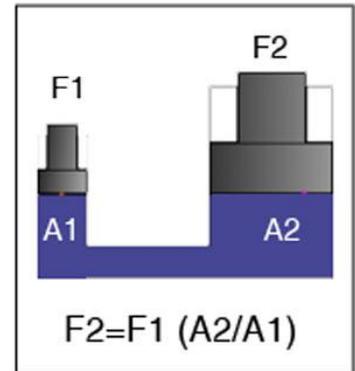
Las prensas hidráulicas no sólo ensamblan piezas, sino que también permiten la extracción de las mismas sin mayor dificultad, lo que hace que los trabajos sean más fáciles y hechos en el menor tiempo posible. También, tanto en la industria aeronáutica, como en la industria automotriz son útiles, porque se usan para ensamblar amortiguadores, para juntar los frenos, para formación de diafragmas, colocación de bujes, etc. En lo que hace al uso hobbista, las prensas hidráulicas son utilizadas para extraer rulemanes de ejes, extraer bujes o bien colocarlos, insertar o retirar piezas dentro de otras cuyos diámetros varían en décimas, por lo que insertarlo manualmente es imposible.

A diferencia de una prensa mecánica, ésta puede controlar diversas cosas como el tiempo del trabajo, la profundidad, los alimentadores. Realiza trabajos de reducción, de prensado, de adhesión, de brochado y compresión, de corte, de doblado, etc.

El mantenimiento de la prensa hidráulica es muy importante y no debe olvidarse. Es imprescindible controlar el nivel del líquido hidráulico, corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones, que no haya presencia de fugas. Generalmente las prensas son provistas con válvulas de alivio que se accionan cuando la presión supera la presión máxima, por lo que hay que verificar que la válvula esté también en óptimas condiciones.



Hace años las prensas mecánicas eran las más usadas. Éstas consistían en la utilización de un cigüeñal que al girar, ejercía presión sobre un eje transversal al eje de giro. Hace aproximadamente 30 años son las prensas hidráulicas las preferidas a nivel mundial, debido a su rapidez y confiabilidad. El principio de la prensa hidráulica es la de un vaso comunicante. Estos vasos comunicantes son impulsados por diferentes pistones, que mediante pequeñas fuerzas, se pueden alcanzar fuerzas mayores. Los pistones son denominados pistones de agua, ya que son del tipo hidráulico.



Asimismo, todas sus partes fueron reforzadas, como son las bombas, las mangueras y los acoplamientos. Lo mejor es que estas prensas ayudan a disminuir notablemente el tiempo de trabajo, incluso cuando a mitad del mismo hay que realizar algún cambio, ya que las piezas se pueden intercambiar con mucha facilidad.

2. **Suajado rotativo.** El corte rotativo se efectúa típicamente en rollos de materiales blandos y semi-rígidos con adhesivo y sin adhesivo para producciones de alto volumen y alta precisión. Este proceso es ideal para el corte medio puesto\* ya que la profundidad del cortado es muy precisa. Se recomienda el corte de una sola pieza de acero para que sean aun más exactos. Generalmente se emplean para cortar en línea etiquetas impresas por Flexografía o por combinación de Flexografía y Hot Stamping. Se recomiendan para tirajes medios y altos, su calidad de corte es excelente lo que permite usar las etiquetas en aplicaciones de etiquetado manual o con máquina etiquetadora. El suaje o troquel es una herramienta rotatoria o plana que se utiliza para cortar los contornos de una hoja de material en forma continua.

Ventajas del suajado rotativo:

- Son eficientes en costo.
- En altas velocidades logran alta productividad y menos desechos de material.
- Para productos de tamaño mediano.
- Cortes de precisión

\* Medio Corte. También denominado medio filo, o corte químico.

*Este proceso se utiliza cuando queremos darle corte a un autoadhesivo, ya sea en forma vertical u horizontal, o en figuras, pero sólo a la parte impresa y no al papel de soporte. El proceso consiste en regular la máquina y preparar la postura, de tal forma que la profundidad del corte sea muy precisa.*

*El concepto de "corte químico" se refiere al corte que traen algunos papeles autoadhesivos en el soporte. Preferentemente, cuando se troquela (corte completo) un adhesivo, este corte posterior permite un mejor desprendimiento de la etiqueta cuando se va a ocupar.*



*Hay otro aspecto en este asunto de los papeles autoadhesivos, y es que, en algunas imprentas, juntan saldos de diferentes marcas de adhesivos, con diferentes espesores en el soporte. Esto impide que el medio corte sea perfecto.*

3. **Corte con taladro-cuchilla.** También es 100% manual, con excepción del giro de la cuchilla, que se lleva a cabo con un taladro vertical. Sirve para fabricar juntas circulares de manera intermitente. Sobre el eje del taladro se monta un brazo, paralelo a la mesa de trabajo. Cuando se gira el taladro, el brazo cubre los 360° de una circunferencia. En el brazo se coloca una cuchilla que se pone en contacto con la hoja a ser recortada. Así se generan cortes circulares en medidas que pueden ser o no, estándar.
4. **Suajado en maquinaria CNC.** La maquinaria de suajado CNC es usada para el suajado en empaques de tamaño medio a grande. Con un software optimizado, una cinta de alimentación continua y buena eficiencia, la unidad CNC se utiliza para los empaques más grandes y volumen mediano. El dibujo de la junta se carga en el software y la máquina ejecuta el corte de acuerdo con el mismo. También se programan para ajustar la altura y la

distribución más óptima de la materia prima (hoja comprimida). El medio de corte puede ser cuchilla, láser o agua, aunque el principio es el mismo. Para determinar el medio, tienen que tomarse en cuenta factores como: costo, tipo de material, profundidad a ser cortada, aplicación del producto terminado, etc.

5. **Sujado en prensa semi-automática.** Las partes que típicamente se cortan en las prensas semi-automáticas, son similares a las de la unidad CNC, pero en volúmenes menores. El alcance del software es menor y se requiere de la participación de un operador durante el proceso.

*Deben mencionarse otras actividades necesarias en este proceso: alimentación del material, remoción de las juntas y los centros, eliminación de la merma, empaque, inspección, etc. Un proceso 100% automatizado tendría que contar con varios módulos que proveyeran estos trabajos sin una mayor intervención de operadores de proceso.*

## 4.2. COMBINACIÓN DE PRENSA-SUAJE.

### 4.2.1. SUAJES.

Son herramientas que realizan el corte mediante la aplicación de una fuerza de presión sobre el material a cortar y una superficie de apoyo. La fuerza la ejerce la prensa. El suaje se compone de tres elementos básicos:

- a) **PLECA.** Es el elemento de corte. Consiste en una cuchilla de acero en forma de cinta. La cinta se dobla para conseguir la forma de la junta cortada deseada y se une con soldadura. Esta cinta mantiene su forma quedando confinada en el soporte de la pleca, mismo que se ranura con la misma forma que adquiere la cinta. La pleca puede constar de uno o dos filos.
- b) **SOPORTE DE LA PLECA.** Es una placa de madera, normalmente, que se ranura de una cara a la otra con la figura de la junta cortada. En esta ranura se inserta la pleca, quedando firmemente presionada en la ranura y evitando que se salga.
- c) **BOTADORES.** Son elementos de goma o de algún material con alta resiliencia que ayudan al material cortado a salir nuevamente del contorno de la pleca. Es la parte que requiere más mantenimiento por parte de los operadores, ya que debe ser diferente según el tipo de material a cortar y el espesor de las juntas.



**La prensa o suajadora** presiona el suaje contra el material y lo corta, dobla o marca. Las aplicaciones de los suajes son diversas, tales como:

- Dobleces, perforados, redondeo de esquinas y cortes con formas o figuras específicas. Puede ser en materiales duros o blandos, como: papel, etiquetas, tela, cuero, etc. Los suajes de doblado no tienen filo.
- Elaboración o afilado de sierras de corte, circulares o lineales, ya que se emplea para crear el "paso de corte", doblando alternadamente a cada lado de la cinta o sierra, los dientes, con el objeto de "enfrentar" el filo del diente con el material a cortar.
- Corte continuo (Flexografía y Hot Stamping) y corte intermitente.

## 4.2.2. COSTO DE LOS SUAJES

A continuación se presenta un listado de suajes comprados en los últimos 19 meses (montos en Pesos MXN):

Descripción	QTY	UM	Precio	DIV
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	5,850.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	2	PZ	1,270.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	4,862.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	7	PZ	300.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	2	PZ	5,038.50	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	3	PZ	519.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	4,150.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	2,491.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	780.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	840.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	2	PZ	1,490.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	8,050.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	4	PZ	7,047.50	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	2	PZ	3,925.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	1,860.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	5,286.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	650.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	950.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	9,280.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	2	PZ	4,010.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	700.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	350.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	250.00	MXN
SUAJE 1" X 5 3/8 LARGO Y 1/2 EN EL CENTRO. LA PLACA ES DE 1" DE ESPESOR FABRICADO EN ACERO 4140 TEMPLADO DE UNA SOLA PZ	1	PZ	3,600.00	MXN
SUAJE RECTANGULAR DE 1" X 6 DE ESPESOR. DE PLACA 1" FABRICADO EN ACERO 4140 TEMPLADO DE UNA SOLA PIEZA	1	PZ	2,850.00	MXN
SUAJE TRIPLE CON CAVIDADES RECTANG. DE 1" X 2 (3 CAVIDADES) ESP. DE PLACA 1" FAB. EN ACERO 4140, TEMPLADO DE UNA SOLA PZ	1	PZ	3,850.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	7,825.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	7,210.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	5,645.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	715.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	900.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA SEGUN ESP. INGENIERIA	1	PZ	1,084.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA DI 220 mm DE 273 mm Tolerancias +-1 mm	1	PZ	2,200.00	MXN
SUAJE MAQUINADO T/A de 1-1/4" X 1-11/16" Tolerancias +- .008"	1	PZ	950.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA 13.130" X diam, exterior 13.870"	1	PZ	1,140.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA diam. interior 10.130" X diam, exterior 10.870"	1	PZ	965.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA diam. interior 8.265" X diam, exterior 8.870"	1	PZ	720.00	MXN
SUAJE PLECA DI 5.562" X DE 7.750" Calado láser, montado en madera de abedul de 16 mm. Peca de 4 puntos (0.042" x 15/16"), filo lado.	1	PZ	700.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	4,728.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	3,520.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	7,881.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	6,750.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA 3" #150 C/C	1	PZ	1,343.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA 4" #150 C/C	1	PZ	2,430.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA 4" #150 T/A	1	PZ	1,085.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA 8" #150 C/C	1	PZ	2,910.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO S-5789 PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,950.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO S-5790 PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,750.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO S-5790 PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,750.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	900.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	650.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO PARA JC T/A ESTILO 3510 2.087" X 4" X 1/16"	1	PZ	2,100.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO PARA JC T/A ESTILO 3510 3.375" X 4.765" X 1/16"	1	PZ	2,400.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO #5180 SEGUN ESPECIFICACIONES	1	PZ	1,230.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	4,767.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,582.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,493.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO #5180 SEGUN ESPECIFICACIONES	1	PZ	1,230.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	4,767.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA #5799 JUNTA CORTADA T/A ESTILO 3125-SS 8 3/4" X 9 3/4" X 1/8"	1	PZ	700.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA #5800 JUNTA CORTADA RECT. 10" X 14" X 1/8"	1	PZ	1,550.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO JUNTA CORTADA T/A 0.750" X 1.344"	4	PZ	475.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA JUNTA CORTADA T/A ESTILO 3124 2 3/4" X 4 3/4" X 1/8"	1	PZ	600.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE PLECA PARA INTERCAMBIADOR DE CALOR	1	PZ	1,480.00	MXN
HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO #5192 1/2" X 1 1/4"	1	PZ	750.00	MXN
<b>TOTAL</b>			<b>173,074.00</b>	
<b>PROMEDIO</b>			<b>2,662.68</b>	
<b>DESV.STD.</b>			<b>2,337.93</b>	
<b>MODA</b>			<b>700</b>	
<b>MAX</b>			<b>9,280.00</b>	
<b>MÍN</b>			<b>250.00</b>	
REPROCESO DE HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO # 2953 (sacabocado maquinado Ø 5/8" )	1	PZ	375.00	MXN
REPARACION DE HERRAMENTAL SUAJE PLECA PAR JUNTA CARRIER 10XX501181	1	PZ	950.00	MXN
REPROCESO A HERRAMENTAL SUAJE MAQUINADO (AFILADO)	1	PZ	375.00	MXN

En general, el costo de los suajes es como sigue:

- El de los rotativos va de 250 a 1,000 USD dependiendo del tamaño, forma y número de las cavidades.
- El de los planos va de 20 a 300 USD dependiendo del tamaño, forma y número de las cavidades.

### 4.3. DURACIÓN DE LOS SUAJES

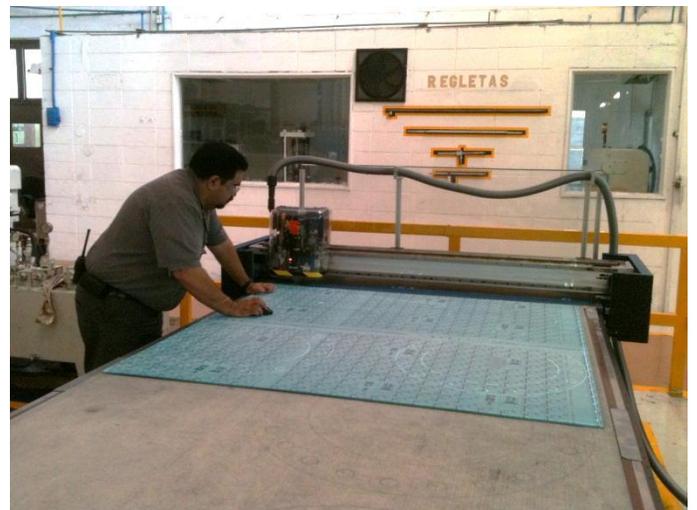
La duración depende principalmente de la calidad del suaje, del material cortado, del número de repeticiones, de su manipulación, del buen estado de los botadores, de la colocación correcta de los botadores, del ajuste correcto de la máquina (altura y presión), etc. El operador debe reportar a su supervisor cuando un suaje requiere cambio (ver *instructivo para mantenimiento y cuidado de los suajes*). Ver Cap. 5.2.5. INSTRUCTIVO DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SUAJES

### 4.4. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA FABRICACIÓN DE JUNTAS CORTADAS:

1. El operador calificado.
2. El material elegido según la aplicación del producto final.
3. El equipo que proveerá de la fuerza necesaria para el corte.
4. El troquel o suaje (cuando el equipo del número anterior sea una prensa).
5. La mesa de trabajo.
6. Planos o dibujos del producto final, con medidas y tolerancias.
7. El equipo de acabado (navaja, lija).
8. El equipo de protección personal (lentes de seguridad, tapones auditivos, botas con casquillo).
9. El equipo de inspección (calibrador, luz adecuada, medidor de espesores, flexómetro, texto de la norma a seguir, conocimiento de las tolerancias).



Prensa de cabeza viajera 2°L, 20 TON



Cortadora automática de cuchilla 3°L

*En este proyecto nos ocuparemos solamente del corte de juntas mediante la combinación **prensa-suaje**, por ser éste el proceso cuya conveniencia de automatización será analizada. Esta selección se basa en el tipo de máquinas existentes en la fábrica de juntas cortadas seleccionada.*

#### 4.5. EXPECTATIVA DE SERVICIOS DE UNA FÁBRICA DE JUNTAS CORTADAS:

- Disponibilidad d el equipo necesario y en buenas condiciones.
- Empleo de personal calificado.
- Pronta disponibilidad de suajes y troqueles nuevos.
- Producción de corridas cortas y largas.
- Servicios de corte de juntas a la medida.
- Obtención de juntas con la precisión adecuada según las normas o necesidades de los clientes.
- Selección de materiales y adquisición de los mismos.
- Asistencia en el diseño de las juntas.
- Control de Calidad desde la inspección en la materia prima hasta los productos terminados.



Almacén de suajes



Máquina CNC de corte por cuchilla



Prensa de cabeza viajera 2°L, 20 TON



Prensa Sandt 1°L, 70 TON

## 5. ¿CÓMO ES EL PROCESO ACTUAL?

En esta empresa, el proceso actual se lleva a cabo con la combinación de prensa-suaje y recientemente se incorporó un equipo de corte automático con cuchilla (CNC) a la operación. Para poder obtener un producto terminado es necesaria la interacción de múltiples áreas en la empresa, que van llevando de manera secuencial (y paralela) el flujo de información y materiales desde la difusa inquietud de un cliente (o bien, desde su solicitud precisa), hasta la entrega en sus instalaciones del producto terminado.

### 5.1. ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN

A continuación se menciona el proceso de cumplimiento de una solicitud de compra a través de las distintas áreas:

- **Ventas.** Asesora al cliente y le ofrece la mejor opción de acuerdo con sus necesidades.
- **Servicio a Clientes (SAC).** Recibe el pedido del cliente, verifica si es un producto nuevo o con historial de venta, ubica el mejor tiempo de entrega posible de acuerdo con las características de la solicitud, da a conocer el precio, emite una rectificación de pedido para que el cliente confirme que se ha capturado correctamente su solicitud. Después de la autorización del cliente, el representante de SAC ingresa el pedido formal al sistema.
- **Programación Maestra.** Encuentra el pedido en su módulo del sistema, programa la orden de acuerdo con la carga de trabajo en la sección, el material necesario, la cantidad de juntas, el tipo de junta, la necesidad del cliente, la existencia de herramental, etc. Y corrobora la fecha de entrega prometida por SAC. Genera la Orden de Trabajo (OT) y se la entrega al Supervisor de Producción. Si se requiere material o herramental para la orden, ingresa una solicitud de compra al sistema.
- **Compras.** Recibe la solicitud de compra del material (en caso de no tenerlo en existencia) y gestiona el proceso necesario para la compra e importación (cuando aplica) del producto en la forma más eficiente y rápida posible. También recibe la solicitud por herramientas por parte de Ingeniería o Producción.
- **Producción.** El supervisor registra las órdenes de compra recibidas y las entrega a los operadores. Si hubiera motivos para regresar alguna orden, la devolverá al programador para que sea reprogramada. Y se le notifique al cliente a través de SAC. Los operadores llevan a cabo la fabricación del producto terminado de acuerdo con las especificaciones de las órdenes de trabajo. Recolectan el material del almacén de laminados, eligen el herramental necesario, manipulan la maquinaria, realizan la inspección autónoma, empacan y etiquetan las juntas con la información estipulada por el Sistema de Gestión de Calidad. Entrega el material en tiempo y forma al Almacén.
- **Calidad.** Verifica el estado de los suaje y de los equipos de medición. También inspecciona el producto terminado cuando sea necesario.
- **Seguridad.** Vigila que los lineamientos de seguridad sean respetados, como el empleo del equipo de seguridad, señalizaciones, acceso de personal autorizado, etc.
- **Mantenimiento.** Vigila el estado de la maquinaria y los equipos. Mantiene los servicios, como las luminarias, la energía eléctrica, el suministro de aire comprimido, la ventilación, etc.
- **Almacén.** Recibe el material terminado por parte de Producción y liberado por Calidad. También verifica que la cantidad sea la misma que se estipula en la orden. Conserva el material de manera temporal, hasta que recibe una lista de surtimiento según la programación de embarques. Traslada el material al área de embarques.
- **Facturación y Embarques.** Recibe el material junto con las listas de surtimiento, solicita a Facturación que emita la factura, empaca el material y lo acomoda en el dock para cargar al vehículo, de acuerdo con la ruta establecida por el responsable de embarques. El chofer lleva el material al cliente, respetando el día y el horario establecido para ello. Le recibe el cliente y le sella un contra recibo para que sea ingresado para su programación a pago.
- **Ventas.** Corrobora el resultado con el cliente (retroalimentación) y le brinda asesoría post-venta.
- **Exportaciones.** Realiza el proceso pertinente de la exportación del material al cliente, cuando éste se encuentre en el extranjero.

*Todo este proceso se lleva a cabo apegado a la norma ISO 9001-2008, que ofrece una guía clara y precisa con base en "DEBES" a cumplir por cada responsable en el proceso, para garantizar la completa satisfacción del cliente.*

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.

<b>Hoja de Proceso para la Fabricación de Juntas Cortadas</b> Presentación: Atadas <b>Materiales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminas Libres de Asbesto</li> <li>• PTFE</li> <li>• Gylon ®</li> <li>• Hule</li> <li>• Material proporcionado por Cliente</li> </ul>		
No.	Responsable	Actividad
1	Operador	Recibe del supervisor la Orden de Trabajo (OT), donde se indican: número de parte, medidas de la junta, el material, la cantidad a fabricar, y el número de suaje (Programación debe verificar que se encuentre el herramental, ya que los tiempos prometidos de entrega dependen de esto).
2	Operador	Busca el suaje correcto en el almacén de suajes.
3	Operador	Toma la cantidad de hojas que se requieren del material especificado, y las corta en la “Cizalla Rocco” según las medidas que necesite (en tramos de mayor área que la ocupada por la(s) junta(s)).
4	Operador	Coloca el suaje y el material a cortar entre las platinas de prensa que correspondan (Sandt 70 Ton, USM 9 Ton, o Cabeza Viajera 20 Ton). Ver instructivos que se encuentran en el resto del documento.
5	Operador	Corta la cantidad justa de juntas y realiza una inspección autónoma* de las mismas, anotando las dimensiones de éstas en la O.T.
6	Operador	Si fuera necesario, plancha las juntas que ha cortado (si presentaran defectos en la superficie de ambos lados), colocando entre dos superficies perfectamente planas la junta, antes de introducirla por medio de la platina móvil inferior, y posteriormente aplicando presión al accionar simultáneamente los dos botones pulsadores (como se indica en el punto #13).
7	Operador	Amarra las juntas con hilo o con cinchos. La cantidad de juntas agrupadas va de acuerdo con sus dimensiones (para que se pueda facilitar su manejo sin dañarlas). Se apilan concéntricamente y deben hacerse como mínimo dos amarres, para proteger al material.
8	Operador	Imprime y coloca las etiquetas en el producto**
9	Operador	Traslada el producto terminado al almacén respectivo y lo entrega junto con la Orden de Trabajo (OT) firmada por él mismo y liberada por calidad***
10	Operador	Captura la entrega del material en el sistema, para cerrar la Orden de Trabajo (OT).
11	Operador	En caso de que no se puedan cortar con máquina las juntas, ya sea por su tamaño, o sean complicadas, las corta a mano empleando un compás con buril en la punta, para realizar el corte del material. Se apoya con plantillas o escantillones.
12	Operador	Terminadas las juntas, procede de la misma manera que en los puntos 6 al 10.

\* La inspección autónoma es una responsabilidad conferida al operador, en la que éste asume el rol básico de inspector de Calidad. Esto se puede llevar a cabo después de una capacitación especializada.

\*\* La etiqueta contiene los siguientes datos: Código de producto, Descripción del producto, Cantidad de piezas, Unidad de Medida, Fecha, Número de Orden de Trabajo (OT), código de barras y clave de su localización en el almacén.

\*\*\* Una vez que el operador ha terminado la orden, y ha llevado a cabo la inspección autónoma, se solicita la presencia del inspector de Calidad, quien hace la revisión de una muestra de los productos y libera o rechaza el material. Anotando el resultado de la inspección en la Orden de Trabajo (OT). La revisión que se lleva a cabo es sólo visual (acabado) y de verificación de las dimensiones de acuerdo con las normas o estándares que apliquen, así como la coincidencia de las cantidades solicitadas con las producidas.

## 5.2.1. INSTRUCTIVO PARA OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA SANDT 70TON

No.	Responsable	Actividad
1	Operador	Localiza en el almacén de suajes, el herramental identificado con el número que se indica en la Orden de Trabajo (OT) y verifica que las medidas correspondan a las especificadas.
2	Operador	Selecciona el material para cortar las juntas, según la indicación de la Orden de Trabajo (OT), como el estilo y espesor de la junta que se va a fabricar.
3	Operador	Corta el material en las dimensiones convenientes, para facilitar su manejo en la prensa. En caso de que exista pedacería resultante de cortes anteriores, debe ocuparse, con el fin de aprovechar al máximo el material disponible.
4	Operador	Se asegura de que no haya ningún herramental, material, o parte de su cuerpo sobre la platina de corte. Acciona el interruptor eléctrico general #10 de la prensa colocándolo en la <u>posición 1</u> (ver <i>diagrama de tablero de control</i> ).
5	Operador	Oprime el botón negro #4 identificado como “MOTOR PRINCIPAL 1” (ubicado en el lado superior izquierdo del tablero de controles), lo que arranca al motor principal de la prensa Sandt (ver <i>diagrama de tablero de control</i> ).
6	Operador	Coloca el botón #5 en la posición “I” (ver <i>diagrama de tablero de control</i> ).
7	Operador	Acciona el botón #3 identificado como “TROQUELAR PARADA EN LA POSICIÓN MÁS BAJA” oprimiendo y girando hacia el lado derecho, hasta que la flecha marcada en el mismo botón llegue al tope (ver <i>diagrama de tablero de control</i> ).
8	Operador	Oprime los botones pulsadores ubicados en ambos extremos del tablero de control con ambas manos (sistema de seguridad manos ocupadas – NUNCA deberá intentar burlar este sistema de seguridad, haciendo uso de cinta adhesiva o algún otro elemento) (ver <i>diagrama de controles</i> ).
9	Operador	Acciona el botón #9 identificado como “PALPAR”, girando hacia la derecha, hasta que la flecha marcada en el mismo botón llegue al tope (ver <i>diagrama de controles</i> ).
10	Operador	Ajusta la altura entre platinas oprimiendo el botón #8 (o el #6), identificados como “AJUSTE TRAVESANA” ya sea hacia arriba o hacia abajo, según lo indican las flechas marcadas en los botones amarillos, y de acuerdo con la altura del suaje y el material a utilizar. (Ver <i>diagrama</i> ).
11	Operador	Atrae hacia sí mismo la platina móvil inferior, por medio de las dos jaladeras de ésta, evitando que se introduzcan las manos por debajo de la platina móvil superior.
12	Operador	Coloca el suaje con el material al centro de la platina móvil, es decir entre las cuatro columnas de carga.
13	Operador	Coloca el botón de selección en “POSICIÓN 0” y empuja la platina móvil inferior hacia el fondo. Hace pruebas de corte ajustando la profundidad poco a poco, hasta comprobar que se realiza un corte limpio. Estas pruebas se realizan accionando los dos botones pulsadores de manera simultánea (sistema de seguridad manos ocupadas – NUNCA deberá intentar burlar este sistema de seguridad, haciendo uso de cinta adhesiva o algún otro elemento).
14	Operador	Verifica que el corte prueba sea uniforme y limpio de rebabas para continuar cortando las piezas requeridas por la Orden de Trabajo (OT). Si fuera necesario, ajusta los botadores del suaje (añadiendo o removiendo pedazos de hule entre las plecas), para evitar que la junta se atasque en el suaje.
15	Operador	Corta la cantidad justa de juntas y realiza una inspección autónoma* de las mismas, anotando las dimensiones de éstas en la O.T.
16	Operador	Si fuera necesario, plancha las juntas que ha cortado (si presentaran defectos en la superficie de ambos lados), colocando entre dos superficies perfectamente planas la junta, antes de introducirla por medio de la platina móvil inferior, y posteriormente aplicando presión al accionar simultáneamente los dos botones pulsadores (como se indica en el punto #13).
17	Operador	Oprime el botón rojo #4 identificado como “MOTOR PRINCIPAL 0”, ubicado en el lado inferior izquierdo del tablero de controles, y que detiene la marcha del motor principal de la máquina.
18	Operador	Mantiene el botón de selección en la “POSICIÓN 0” y coloca el interruptor eléctrico general rojo #10 en la “POSICIÓN 0”, para desconectar el resto de los controles de la prensa.
19	Operador	Amarra las juntas con hilo o con cinchos. La cantidad de juntas agrupadas va de acuerdo con sus dimensiones (para que se pueda facilitar su manejo sin dañarlas). Se apilan concéntricamente y deben hacerse como mínimo dos amarres, para proteger al material.
20	Operador	Imprime y coloca las etiquetas en el producto**
21	Operador	Traslada el producto terminado al almacén respectivo y lo entrega junto con la Orden de Trabajo (OT) firmada por él mismo y liberada por calidad***
22	Operador	Captura la entrega del material en el sistema, para cerrar la Orden de Trabajo (OT).

\* La inspección autónoma es una responsabilidad conferida al operador, en la que éste asume el rol básico de inspector de Calidad. Esto se puede llevar a cabo después de una capacitación especializada.

\*\* La etiqueta contiene los siguientes datos: Código de producto, Descripción del producto, Cantidad de piezas, Unidad de Medida, Fecha, Número de Orden de Trabajo (OT), código de barras y clave de su localización en el almacén.

\*\*\* Una vez que el operador ha terminado la orden, y ha llevado a cabo la inspección autónoma, se solicita la presencia del inspector de Calidad, quien hace la revisión de una muestra de los productos y libera o rechaza el material. Anotando el resultado de la inspección en la Orden de Trabajo (OT). La revisión que se lleva a cabo es sólo visual (acabado) y de verificación de las dimensiones de acuerdo con las normas o estándares que apliquen, así como la coincidencia de las cantidades solicitadas con las producidas.

## 5.2.2. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA CABEZA VIAJERA

No.	Responsable	Actividad
1	Operador	Localiza en el almacén de suajes, el herramental identificado con el número que se indica en la Orden de Trabajo (OT) y verifica que las medidas correspondan a las especificadas.
2	Operador	Selecciona el material para cortar las juntas, según la indicación de la Orden de Trabajo (OT), como el estilo y espesor de la junta que se va a fabricar.
3	Operador	Corta el material en las dimensiones convenientes, para facilitar su manejo en la prensa. En caso de que exista pedacería resultante de cortes anteriores, debe ocuparse, con el fin de aprovechar al máximo el material disponible.
4	Operador	Gira hacia la derecha el interruptor rojo #1 hasta alcanzar la "POSICIÓN 1", en este momento se enciende el foco color verde que se encuentra arriba del mismo interruptor ( <i>ver diagrama de tablero de control</i> ).
5	Operador	Coloca el botón #2 (identificado con una flecha), en la posición de "MANUAL" girándolo hacia la derecha. Este botón se ubica en la parte superior del tablero de control. ( <i>Ver diagrama de tablero de control</i> ).
6	Operador	Oprime el botón #3 identificado como "I", que da marcha al motor que pone en movimiento a la cabeza viajera ( <i>ver diagrama de tablero de control</i> ).
7	Operador	Coloca el suaje, con el material seleccionado, al centro de la plancha de la máquina.
8	Operador	Desliza la cabeza viajera hacia la derecha o hacia la izquierda oprimiendo alguno de los botones de los extremos, y al mismo tiempo activando la palanca central #5 hacia la derecha o hacia la izquierda. Se frena dejando de oprimir alguno de los dos botones ( <i>ver panel de control en cabeza viajera</i> ).
9	Operador	Regula la presión de corte bajando la cabeza viajera con el botón #6 (hacia arriba o hacia abajo). Este botón está ubicado en la parte superior derecha del tablero de control y es de color negro ( <i>ver panel de control en cabeza viajera</i> ).
10	Operador	Calcula la distancia entre platinas (altura) haciendo descender la platina superior con el botón negro #6 y actuando la palanca frontal #5. Cuando se alcanza la altura deseada, se coloca la escala #7 (ubicada al costado izquierdo) en la posición correcta. ( <i>Ver panel de control en cabeza viajera</i> ).
11	Operador	Hace pruebas de corte con el suaje hasta lograr un corte limpio del material, accionando la cabeza viajera oprimiendo alguno de los dos botones #4 de los costados de esta y colocando la palanca frontal #5 en la posición requerida para guiarla (izquierda, derecha o hacia abajo). ( <i>Ver panel de control en cabeza viajera</i> ).
12	Operador	Baja la palanca del pistón y gira la palanca #8 para regular la presión. Esta palanca está ubicada al costado derecho de la cabeza viajera, y sirve para controlar el golpe de la platina superior con el suaje. Se activa a la izquierda para aumentar la presión, y a la derecha para reducirla. Cuando se ha logrado el ajuste correcto para un corte limpio de la junta, se sube la palanca del pistón para asegurar que la presión ejercida por la cabeza viajera sea siempre la misma. ( <i>Ver panel de control en cabeza viajera</i> ).
13	Operador	Verifica que el corte prueba sea uniforme y limpio de rebabas para continuar cortando las piezas requeridas por la Orden de Trabajo (OT). Si fuera necesario, ajusta los botadores del suaje (añadiendo o removiendo pedazos de hule entre las plecas), para evitar que la junta se atasque en el suaje.
14	Operador	Corta la cantidad justa de juntas y realiza una inspección autónoma* de las mismas, anotando las dimensiones de éstas en la O.T.
15	Operador	Si fuera necesario, plancha las juntas que ha cortado (si presentaran defectos en la superficie de ambos lados), colocando entre dos superficies perfectamente planas la junta, antes de introducirla por medio de la platina móvil inferior, y posteriormente aplicando presión al accionar simultáneamente los dos botones pulsadores (como se indica en los puntos del #8 al 12).
16	Operador	Oprime el botón rojo #9 identificado como "0" que detiene la marcha del motor de movimiento de la cabeza viajera, y que se encuentra ubicado en el centro del tablero de controles. ( <i>Ver diagrama de tablero de control</i> ).
17	Operador	Gira hacia la izquierda el interruptor general #1 de color rojo hasta alcanzar la posición "0". En ese momento

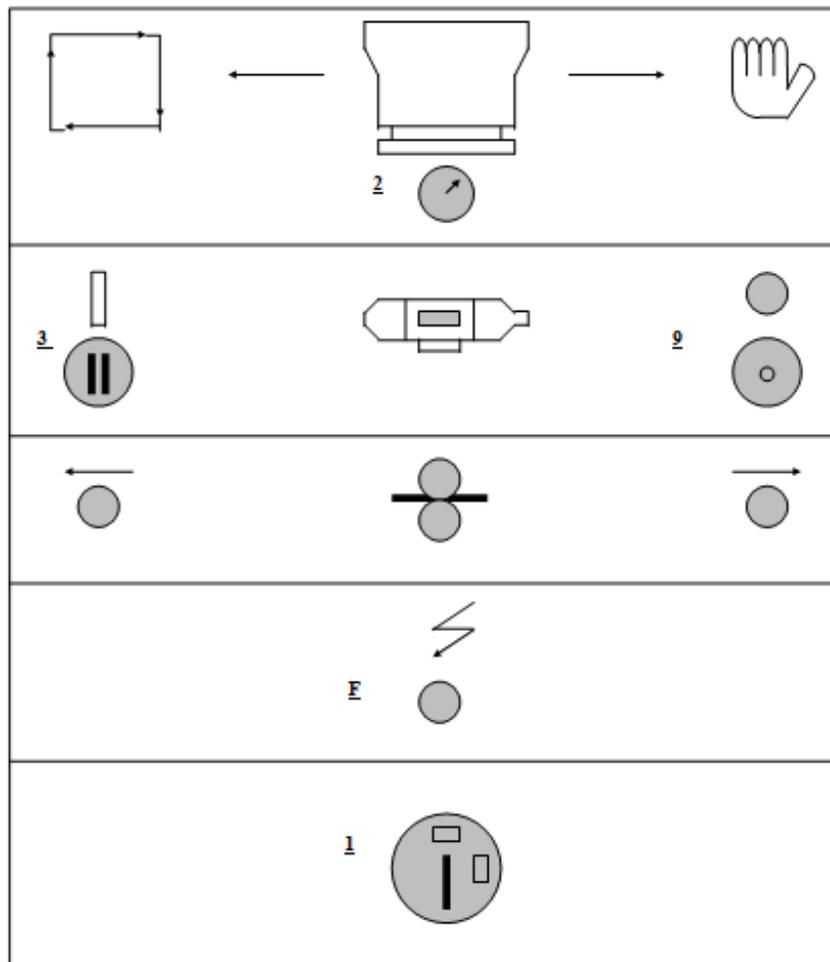
		se apaga el foco color verde que indica que la máquina ha quedado desenergizada.
18	Operador	Amarra las juntas con hilo o con cinchos. La cantidad de juntas agrupadas va de acuerdo con sus dimensiones (para que se pueda facilitar su manejo sin dañarlas). Se apilan concéntricamente y deben hacerse como mínimo dos amarres, para proteger al material.
19	Operador	Imprime y coloca las etiquetas en el producto**
20	Operador	Traslada el producto terminado al almacén respectivo y lo entrega junto con la Orden de Trabajo (OT) firmada por él mismo y liberada por calidad***
21	Operador	Captura la entrega del material en el sistema, para cerrar la Orden de Trabajo (OT).

\* La inspección autónoma es una responsabilidad conferida al operador, en la que éste asume el rol básico de inspector de Calidad. Esto se puede llevar a cabo después de una capacitación especializada.

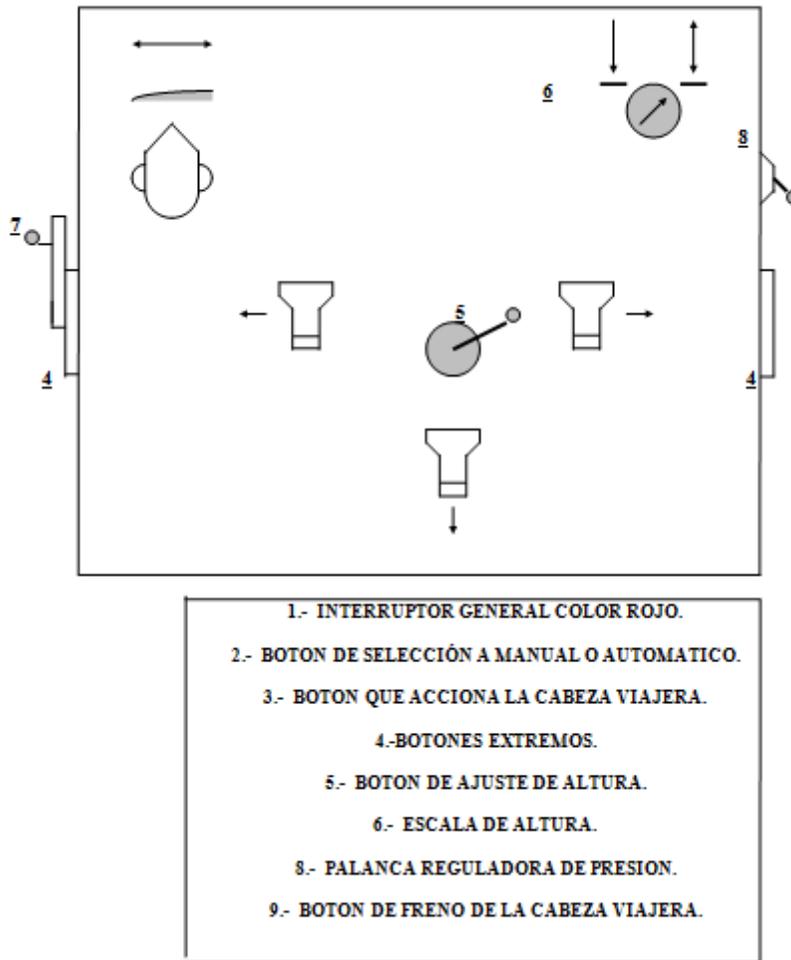
\*\* La etiqueta contiene los siguientes datos: Código de producto, Descripción del producto, Cantidad de piezas, Unidad de Medida, Fecha, Número de Orden de Trabajo (OT), código de barras y clave de su localización en el almacén.

\*\*\* Una vez que el operador ha terminado la orden, y ha llevado a cabo la inspección autónoma, se solicita la presencia del inspector de Calidad, quien hace la revisión de una muestra de los productos y libera o rechaza el material. Anotando el resultado de la inspección en la Orden de Trabajo (OT). La revisión que se lleva a cabo es sólo visual (acabado) y de verificación de las dimensiones de acuerdo con las normas o estándares que apliquen, así como la coincidencia de las cantidades solicitadas con las producidas.

**DIAGRAMA DE TABLERO DE CONTROL**



**PANEL DE CONTROL EN CABEZA VIAJERA**



**5.2.3. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN DE CORTE CON PRENSA USM (PATO).**

No.	Responsable	Descripción de operación
1	Operador	Localiza en el almacén de suajes, el herramiental identificado con el número que se indica en la Orden de Trabajo (OT) y verifica que las medidas correspondan a las especificadas.
2	Operador	Selecciona el material para cortar las juntas, según la indicación de la Orden de Trabajo (OT), como el estilo y espesor de la junta que se va a fabricar.
3	Operador	Corta el material en las dimensiones convenientes, para facilitar su manejo en la prensa. En caso de que exista pedacería resultante de cortes anteriores, debe ocuparse, con el fin de aprovechar al máximo el material disponible.
4	Operador	Oprime el botón de arranque color negro a la posición “1”, para poner en marcha el motor principal de la prensa. Este botón está ubicado en el costado inferior de la máquina ( <i>ver diagrama de controles</i> ).
5	Operador	Coloca el suaje con el material que va a ser cortado al centro de la mesa de corte.
6	Operador	Coloca a un costado del suaje la platina superior de corte y acciona los dos botones verdes ubicados a los extremos de la platina superior. Debe oprimirlos de manera simultánea para hacer descender la platina superior (sistema de seguridad manos ocupadas – NUNCA deberá intentar burlar este sistema de seguridad, haciendo uso de cinta adhesiva o algún otro elemento).
7	Operador	Compara la altura del suaje y el material a cortar con respecto a la altura de la platina superior, y de ser necesario, ajusta la altura.
8	Operador	Ajusta el golpe de la platina superior con el control de ajuste de golpe ubicado en el costado inferior izquierdo de la prensa, girándolo gradualmente hacia la dirección máximo, si se requiere mayor presión, o bien hacia la dirección mínimo, si se requiere menor presión. Para ajustar la altura se utiliza el volante superior de la prensa,

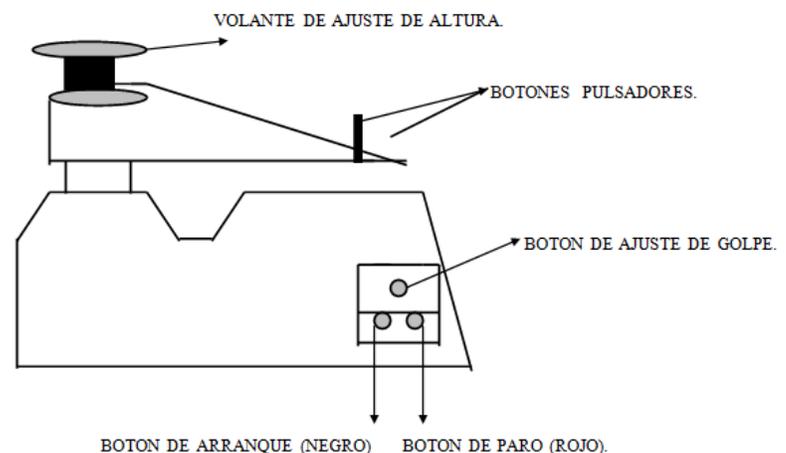
		girándolo hacia la derecha reduce la altura y girándolo hacia la izquierda, la aumenta ( <i>ver diagrama de control</i> ).
9	Operador	Hace pruebas de corte hasta alcanzar un corte limpio, uniforme y libre de rebabas (de ser necesario procede conforme al punto #7) accionando al mismo tiempo los dos botones verdes de la platina superior.
10	Operador	Verifica que el corte prueba sea uniforme y limpio de rebabas para continuar cortando las piezas requeridas por la Orden de Trabajo (OT). Si fuera necesario, ajusta los botadores del suaje (añadiendo o removiendo pedazos de hule entre las plecas), para evitar que la junta se atasque en el suaje.
11	Operador	Corta la cantidad justa de juntas y realiza una inspección autónoma* de las mismas, anotando las dimensiones de éstas en la O.T.
12	Operador	Si fuera necesario, plancha las juntas que ha cortado (si presentaran defectos en la superficie de ambos lados), colocando entre dos superficies perfectamente planas la junta, antes de colocarla entre las platinas, y posteriormente aplicando presión al accionar simultáneamente los dos botones pulsadores (como se indica en el punto #7).
13	Operador	Oprime el botón de paro color rojo, lo que lo lleva a la posición “0”, deteniendo la marcha del motor principal de la prensa. Este botón se encuentra ubicado en el costado inferior de la máquina.
14	Operador	Imprime y coloca las etiquetas en el producto**
15	Operador	Traslada el producto terminado al almacén respectivo y lo entrega junto con la Orden de Trabajo (OT) firmada por él mismo y liberada por calidad***
16	Operador	Captura la entrega del material en el sistema, para cerrar la Orden de Trabajo (OT).

\* La inspección autónoma es una responsabilidad conferida al operador, en la que éste asume el rol básico de inspector de Calidad. Esto se puede llevar a cabo después de una capacitación especializada.

\*\* La etiqueta contiene los siguientes datos: Código de producto, Descripción del producto, Cantidad de piezas, Unidad de Medida, Fecha, Número de Orden de Trabajo (OT), código de barras y clave de su localización en el almacén.

\*\*\* Una vez que el operador ha terminado la orden, y ha llevado a cabo la inspección autónoma, se solicita la presencia del inspector de Calidad, quien hace la revisión de una muestra de los productos y libera o rechaza el material. Anotando el resultado de la inspección en la Orden de Trabajo (OT). La revisión que se lleva a cabo es sólo visual (acabado) y de verificación de las dimensiones de acuerdo con las normas o estándares que apliquen, así como la coincidencia de las cantidades solicitadas con las producidas.

#### DIAGRAMA DE CONTROLES



## **5.2.4. INSTRUCTIVO DE MANEJO Y TRANSPORTE DE LOS MATERIALES EN LA PLANTA**

Por las dimensiones de los productos que aquí se fabrican estos son manejados en carros de 32" de ancho por 47" de largo de cama doble-alta y en pesos no mayores a 50 kg, aunque es común que estos productos se trasladen a mano (hasta 5 kg).

Dentro de las consideraciones que se tienen para estos productos podemos decir las siguientes:

- a) Los carros en que se transporten deberán estar libres de suciedad, solventes, grasas y/o químicos que puedan dañar a los productos terminados.
- b) No deberán apilarse sobre ellos productos diferentes, sobre todo si tienen un peso mayor.
- c) No deberán apilarse sobre filos y/o bordes por riesgo de rupturas y/o rasgaduras que dañen a los productos.

## **5.2.5. INSTRUCTIVO DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SUAJES**

Se tiene establecido que la duración de un suaje para junta cortada es aproximadamente 2000 golpes en el cual será inspeccionado y verificado.

Al finalizar una Orden de Trabajo (OT) se realiza la siguiente revisión:

1. Se verifica el número de suaje indicado en la OT y número de dibujo.
2. Se rastrea el suaje en la sección de suajes
3. Se verifica los siguientes puntos del suaje:
  - Que el filo no esté dañado
  - Los sacabocados no estén abiertos
  - Que la pleca del suaje no esté desoldada
  - Que no tenga golpes o dobleces en el filo
  - Que no esté sumida la pleca en la base de madera que provoque desnivelación
  - Que la pleca no esté salida de la madera

Una vez revisados los puntos anteriores y que no presenten alguno de ellos, se procede a cortar las juntas.

En caso de que se presente algún punto de inconformidad se debe notificar al supervisor para su reposición o reparación.

## **5.3. CONCLUSIONES SOBRE EL PROCESO ACTUAL**

El proceso actual es básicamente manual y requiere de dos operadores trabajando en la sección productiva. Las labores de los operadores son simultáneas o independientes, dependiendo de la tarea. Las actividades que deben ser simultáneas son: la manipulación de los laminados, el corte de los mismos, y el corte de juntas de gran tamaño (dibujo y corte manuales). Las actividades que pueden ser realizadas de manera independiente son: el manejo de pedacería de laminados, el corte de juntas pequeñas, la inspección autónoma, el acabado, el empaclado, el etiquetado y la entrega al almacén.

En esta sección productiva se tiene una eficiencia total planeada del 85%, pero en números reales es menor al 50%. La eficiencia productiva es menor al 75%. Es importante mencionar que otras secciones, dedicadas a la fabricación de otros productos, alcanzan cifras bastante mayores.

Las cifras de eficiencias se obtienen de acuerdo con las siguientes fórmulas, utilizando los datos obtenidos directamente del proceso:

EFICIENCIA PRODUCTIVA =	$\frac{\text{HORAS ACREDITADAS}}{\text{DISP DE MANO DE OBRA}}$				
EFICIENCIA TOTAL =	$\frac{\text{HORAS ACREDITADAS}}{\text{HR - H ACUMULADAS}}$				
HORAS ACREDITADAS =	PZS ENTREGADAS	X	TIEMPO STD [HRS]		
HR - H ACUMULADAS =	9 HRS (JORNADA)	X	# OPERADORES	X	DÍAS TRANSCURRIDOS
DISP DE MANO DE OBRA =	HRS. ACUMULADAS HOY	-	T. PARA NECESIDADES PERSONALES	-	T. DE CAPACITACIÓN, PERMISOS Y COMISIONES SINDICALES

Se sabe que el producto tiene un gran potencial de venta, ya que es mucho más práctico comprar una junta cortada, que un laminado. Y para algunas empresas podría ser incluso más económico, ya que se ahorrarían el gasto de mano de obra y maquinaria y energía para elaborar sus propias juntas. Si el proceso pudiera transformarse en uno más eficiente y de menor costo, el mercado de juntas cortadas podría crecer en gran medida.

## 6. ANÁLISIS DE LA POSIBILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN.

Para tener la información suficiente que nos lleve a sugerir una posible automatización es necesario que tomemos en cuenta las fortalezas y áreas de oportunidad del proceso actual, así como las razones por las que valdría la pena automatizar el proceso.

### 6.1. FORTALEZAS VS ÁREAS DE OPORTUNIDAD DEL PROCESO ACTUAL.

**FORTALEZAS:** La presencia del operador permite un control permanente sobre el proceso, aunque no libre de errores. Se ocupa la pedacería obtenida de cortes anteriores, con gran facilidad. Si ocurriera algún problema, o algún accidente, siempre hay dos operadores en el turno, que podrían ayudarse mutuamente.

**ÁREAS DE OPORTUNIDAD:** Proceso netamente manual, lo que lo hace más lento, de mayor riesgo de accidente, dependiente de las variables de un proceso controlado por el ser humano (humor, cansancio, condiciones visuales, etc.). Tiempos muertos. Pérdida de tiempo en ir por herramientas. Riesgo de lastimarse con el herramental, o al manipular los laminados completos.

### 6.2. ¿POR QUÉ VALDRÍA LA PENA AUTOMATIZAR EL PROCESO?

La fabricación de juntas cortadas es lenta y poco eficiente, como se menciona en el **Capítulo 5.3. Conclusiones sobre el proceso actual**. Se cuenta con herramental (prensas y suajes), así como con la mano de obra especializada. Se necesitan buscar formas de incrementar las eficiencias, mediante la reducción de los tiempos del proceso y la mejora en la distribución del trabajo de los operadores, y la ayuda en las etapas que requieren de un mayor esfuerzo físico, o que se basan en trabajos repetitivos (como los setups de las prensas, la colocación de los herramientas, la repetición de los cortes para órdenes de gran cantidad de piezas. Se buscaría utilizar el herramental existente (aplicando mejoras en el mismo) y mantener un bajo costo de la implementación. El monto vendido de juntas anual es mayor de los 10,000 USD, pero además existe un número muy importante, que es el monto de lo NO vendido (cantidad de ventas perdidas por ineficiencias del proceso). Se propone que la automatización (o semi-automatización) del proceso, busque disminuir el tiempo estándar alrededor de un 30% y de incrementar el monto de lo vendido en un 30% también, en un lapso de 2 años. Esta meta justificaría la inversión de un proyecto así.

Los puntos que se buscaría mejorar serían las siguientes:

#### EN LA MAQUINARIA:

- Tiempos de Set-up de las máquinas.

#### EN EL TRABAJO DEL OPERADOR:

- Búsqueda y traslado de los suajes.
- Colocación de los suajes.
- Colocación de la “cama”.
- Traslado de los laminados.
- Desplazamiento de los laminados para las repeticiones.
- Evitar la necesidad de dos operadores realizando el traslado de los laminados y reducir trabajo del operador, para que pueda realizar otras funciones (que no lo distraigan demasiado) en el área (como revisión de suajes, corte de hojas, inspección autónoma, pesado de merma, propuestas de mejoras, etc.).
- Reducir el esfuerzo del operador, eliminando actividades que podrían lastimarlo (manipulación de los laminados y de los suajes).

#### EN EL PRODUCTO

- Enfocarse en las juntas de mayor rentabilidad y las de mayor movimiento.
- Disminución del costo del producto.

#### EN EL PROCESO

- Disminuir las debilidades del proceso manual, manteniendo las fortalezas.
- Incremento en la eficiencia del proceso (un proceso más rápido, que no dependa al 100% de mano de obra calificada).
- Al tener una cantidad menor de medidas (y de suajes), se pueden dar valores precisos a las variables del corte, como presión y altura.

Aunque no presentaremos cifras de la utilidad que generan estas juntas, debido a la confidencialidad requerida por la empresa, se pueden sugerir cifras comunes de los rangos de utilidad, que si bien no representan números reales, nos pueden dar una idea aproximada de los beneficios que se obtendrían al automatizar el proceso que da origen a este proyecto.

Hay que tomar en cuenta los siguientes rubros básicos: costo de la materia prima, mano de obra, gastos indirectos y utilidad deseada. Sólo como un ejercicio, podemos suponer que la materia prima + mano de obra + los gastos indirectos = 80% del monto de las ventas. Buscando obtener una utilidad del 20%. Con esto podríamos hacer cuentas si redujéramos el costo de la mano de obra y de los gastos indirectos, mediante el incremento de la eficiencia del proceso.

### **6.3. LOS TAMAÑOS DE JUNTAS MÁS REDITUABLES.**

Tomando en cuenta la cantidad de juntas cortadas vendidas en los meses de Enero del 2011 hasta Agosto del 2012 (20 meses) se generó una base de datos para manipular con una tabla dinámica de Excel. Con esta información se buscó encontrar las dimensiones de juntas cortadas con mayor demanda. Se tomaron en cuenta dos parámetros:

1. Monto en valor de lo vendido, en USD.
2. Monto en cantidad de piezas.

Se encontró que hay dimensiones de juntas que no representan grandes montos en dinero, pero que son muy requeridas, lo que se traduce en una alta carga de trabajo para la sección productiva (utilización de horas hombre y maquinaria, así como inversión en herramientas). De manera similar, hay dimensiones de juntas que no se solicitan en grandes cantidades, pero que representan una importante recabación de utilidades para la sección. Y por último, hay dimensiones de juntas que cumplen con ambos parámetros, son importantes tanto en horas hombre, como en montos de utilidad.

Cabe mencionar dos puntos referentes a la fabricación de juntas cortadas:

- A. Los suajes especiales son herramientas que se cobran al cliente, aunque se mantienen en la fábrica.
- B. La merma, que es el material sobrante de las juntas, puede ser ocupado para fabricar juntas de menor tamaño, cuando es suficiente y se encuentra en buen estado, de manera que en estos casos, el costo de la materia prima es nulo y se refleja en la utilidad obtenida.

La siguiente tabla muestra (sombreados en color rosa) los suajes que comprenden el 80% del monto total vendido, así como los que representan el 80% de los más solicitados. Los sombreados en color violeta muestran los que entran en ambas categorías.

Primeramente, se tomaron en cuenta sólo las medidas estándar de juntas cortadas, es decir que se eliminaron todas las juntas con medidas especiales. De esta manera quedaron **102** medidas de juntas estándar.

A partir de esa primera depuración, y aplicando "el principio de Pareto\*\*", se seleccionaron las juntas que representan el 80% del monto de ventas y el 80% de la cantidad total de piezas vendidas. Esto resultó en **35** medidas.\*\*

Buscando obtener una **menor cantidad de medidas**, para facilitar la automatización del proceso, se tomó en cuenta solamente el 50% (en lugar del 80% inicial) de cada uno de los parámetros (monto de ventas y cantidad de piezas vendidas), quedando finalmente en **15** medidas distintas.

En resumen, el 15% de 102 medidas representa el 50% de las ventas de juntas cortadas y el 50% del total de juntas fabricadas en la sección productiva.

**Sin embargo, cabe mencionar que las 15 medidas pueden fabricarse con solamente 9 suajes.**

*Por lo tanto, si se automatizara el proceso, utilizando sólo 9 suajes distintos, se podría obtener el 50% de las ventas de juntas cortadas y fabricar el 50% del total de las piezas fabricadas.*

CARACTERÍSTICAS			SELECCIÓN POR MONTO EN USD				SELECCIÓN POR CANTIDAD EN PZS						
TIPO	CLASE [LB]	DIÁM [IN]	ESP1 [IN]	ESP2 [IN]	% MONTO	% MONTO ACUM	ESP1 [IN]	ESP2 [IN]	ESP3 [IN]	CANT. [PZ]	% CANT.	% CANT. ACUM	
C/C	150	2	1/8		1%	1%	1/8			2,431	3%	3%	
C/C	150	3	1/8		2%	3%	1/8			3,116	4%	8%	
C/C	150	4	1/8		2%	5%	1/8			1,943	3%	10%	
C/C	150	6	1/8		2%	7%	1/8			1,802	2%	13%	
C/C	150	8	1/4	1/8	1%	7%	1/4	1/8		530	1%	14%	
C/C	150	10	1/8		1%	8%	1/8			290	0%	14%	
C/C	150	24	1/8	1/4	1%	9%	1/4			200	0%	14%	
C/C	300	12	1/8		0%	9%						14%	
C/C	300	24	1/8		1%	10%						14%	
T/A	150	1	1/8		2%	12%	1/8	1/16		3,811	5%	20%	
T/A	150	1 1/2	1/16	1/8	1%	13%	1/8	1/16		3,329	5%	24%	
T/A	150	2	1/16	1/8	7%	20%	1/8	1/16		11,859	16%	41%	
T/A	150	3	1/16	1/8	6%	26%	1/8	1/16		9,052	13%	53%	
T/A	150	4	1/16	1/8	7%	33%	1/8	1/16	1/32	12,983	18%	71%	
T/A	150	6	1/16	1/8	6%	39%	1/8	1/16		3,512	5%	76%	
T/A	150	8	1/8		2%	41%	1/8			535	1%	77%	
T/A	150	10	1/8		4%	45%	1/8			170	0%	77%	
T/A	150	12	3/16	1/8	3%	48%						77%	
T/A	150	14	1/8		1%	49%						77%	
T/A	150	16	1/8		3%	52%						77%	
T/A	150	18	1/8		14%	66%						77%	
T/A	150	20	1/8		3%	69%						77%	
T/A	150	24	1/8		2%	71%						77%	
T/A	300	1	1/8		0%	72%						77%	
T/A	300	1 1/2	1/8		0%	72%						77%	
T/A	300	2	1/8		1%	73%						77%	
T/A	300	2 1/2	1/8		1%	74%						77%	
T/A	300	3	1/8		1%	75%						77%	
T/A	300	4	1/8	1/32	2%	77%						77%	
T/A	300	6	1/8		1%	78%						77%	
T/A	300	8	1/16	1/8	1%	79%						77%	
T/A	300	10	1/8		0%	79%						77%	
T/A	300	12	3/16		0%	80%						77%	
T/A	300	14	3/16		0%	80%						77%	
T/A	300	16	1/8		1%	80%						77%	
SUMA							80%	1/8			295	0%	77%
								1/8			334	0%	78%
								1/8			296	0%	78%
								1/16	1/32		785	1%	79%
								1/8			882	1%	80%
LOS SOMBREADOS EN ESTE COLOR DAN EL 50% EN MONTO Y EN CANT. POR SEPARADO										SUMA	58,155		
LOS SOMBREADOS EN ESTE COLOR DAN EL 20% EN MONTO Y EL 47% EN CANT.										CANT. TOTAL (100%)	72,265		

Otra observación, es que tres medidas quedan dentro de ambos parámetros. Las juntas T/A de 2", 3" y 4", Clase 150, representan el 20% del monto de ventas y el 47% de las juntas fabricadas en la sección. Es decir que estas tres medidas son las más importantes para ser incluidas en la automatización del proceso.

De acuerdo con el criterio mencionado, las juntas seleccionadas son las siguientes:

TIPO	CLASE [LB]	DIÁM [IN]	ESP1 [IN]	ESP2 [IN]	ESP3 [IN]
T/A	150	1		1/16	1/8
T/A	150	2		1/16	1/8
T/A	150	3		1/16	1/8
T/A	150	4	1/32	1/16	1/8
T/A	150	6		1/16	1/8
T/A	150	10		1/8	
T/A	150	16		1/8	
T/A	150	18		1/8	
T/A	150	20		1/8	

**\* El principio de Pareto.** En 1906 Vilfredo Pareto hizo la famosa observación de que el veinte por ciento de la población poseía el ochenta por ciento de la propiedad en Italia. Esta proporción puede variar de acuerdo con la aplicación, que reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular. El principio de Pareto se ha aplicado con éxito a los ámbitos de la Política y la Economía, ya que se cumple, en líneas generales, con el reparto de los bienes naturales y la riqueza mundial. En muchas empresas, el 80% de la facturación viene de solo 20% de los clientes y los departamentos técnicos saben que un 20% de los usuarios causan el 80% de los problemas.

\*\* Las juntas de mismo diámetro, con espesores de 1/32", 1/16" y 1/8" se tomaron como una sola medida, ya que puede ocuparse el mismo suaje.

CANT. MEDIDAS	% CANT.	% DEL TOTAL DEL MONTO DE VENTA	% DEL TOTAL DE JUNTAS STD	CONCEPTO
102	100%	100%	100%	TOTAL DE MEDIDAS DE JUNTAS ESTÁNDAR
35	34%	80%	80%	35 MEDIDAS REPRESENTAN EL 80% DEL MONTO DE LA VENTA Y EL 80% DEL TOTAL DE JUNTAS ESTÁNDAR FABRICADAS.
15	15%	50%	50%	15 MEDIDAS REPRESENTAN EL 50% DEL MONTO DE LA VENTA Y EL 50% DEL TOTAL DE JUNTAS ESTÁNDAR FABRICADAS.
9	9%	50%	50%	9 SUAJES PUEDEN FABRICAR LAS 15 MEDIDAS MENCIONADAS EN EL PUNTO ANTERIOR.
3	3%	20%	47%	3 MEDIDAS REPRESENTAN EL 20% DEL MONTO DE LA VENTA Y EL 47% DEL TOTAL DE JUNTAS ESTÁNDAR FABRICADAS.

#### 6.4. MATERIALES OCUPADOS PARA FABRICAR LAS JUNTAS SELECCIONADAS

A continuación se presenta una tabla con las características de los materiales empleados para cortar las juntas que fueron seleccionadas por ser las más redituables. En esta tabla se indica el estilo, el material base, el aglutinante, la fibra, el color, la temperatura máxima que soporta, la temperatura sugerida para trabajo continuo, la presión que puede llevar la tubería, el factor PXT (importante para la selección de la junta), la descripción y el uso, o aplicación industrial.

ESTILO	MATERIAL	AGLUTIN	FIBRA	COLOR	TEMP. MÁX.	TEMP. CONT.	PRESIÓN	PXT	DESCRIPCIÓN	USO/APLICACIÓN INDUSTRIAL
3124	GRAFITO	Adhesivo patentado	Fibras de grafito	Negro	1,202 °F (+650 °C)	400 °F (-240 °C)	2000 PSI	700,000	Lámina comprimida de fibras de grafito con inserto de acero 316 SS en forma de hojas homogéneas de pureza mínima del 98%. Estas laminas de grafito son unidas con un adhesivo patentado. Este adhesivo comprende menos del 1% del peso total del laminado a diferencia de los grafitos convencionales los cuales tienen mayor porcentaje de adhesivo. Este material es exfoliado con Ácido Nítrico lo que evita que desprenda algún olor a diferencia de grafitos convencionales para los cuales usan ácido sulfúrico.	Excelente resistencia a altas temperaturas y agentes químicos, como en líneas de vapor, aceites calientes e hidrocarburos alifáticos, ácidos y álcalis débiles.
3125 TC	GRAFITO	Adhesivo patentado	Fibras de grafito	Negro	1,202 °F (+650 °C)	400 °F (-240 °C)	2000 PSI	700,000	Lámina comprimida de fibras de grafito con inserto de lámina perforada de acero 316 SS de 0.004" de espesor. Estas laminas de grafito son unidas con un adhesivo patentado. Este adhesivo comprende menos del 1% del peso total del laminado a diferencia de los grafitos convencionales los cuales tienen mayor porcentaje de adhesivo. Este material es exfoliado con Ácido Nítrico lo que evita que desprenda algún olor a diferencia de grafitos convencionales para los cuales se usa ácido sulfúrico.	Excelente resistencia a altas temperaturas y agentes químicos, como en líneas de vapor, aceites calientes e hidrocarburos alifáticos, ácidos y álcalis débiles.
3125-SS	GRAFITO	Adhesivo patentado	Fibras de grafito	Negro	1,202 °F (+650 °C)	400 °F (-240 °C)	2000 PSI	700,000	Lámina comprimida de fibras de grafito con inserto de lámina de acero 316 SS de 0.002" de espesor. Lámina comprimida de fibras de grafito laminado de pureza mínima del 98%. Estas laminas de grafito son unidas con un adhesivo patentado. Este adhesivo comprende menos del 1% del peso total del laminado a diferencia de los grafitos convencionales los cuales tienen mayor porcentaje de adhesivo. Este material es exfoliado con Ácido Nítrico lo que evita que desprenda algún olor a diferencia de grafitos convencionales para los cuales se usa ácido sulfúrico.	Excelente resistencia a altas temperaturas y agentes químicos, como en líneas de vapor, aceites calientes e hidrocarburos alifáticos, ácidos y álcalis débiles.
G-9900	GRAFITO	NBR	GRAFITO	CAOBA	540°C	340°C	2000 PSI	700,000	Lámina comprimida a base de fibras de grafito, aglomeradas bajo presión con alginante elastomérico.	Las juntas hechas a base de fibras de grafito combinan una excelente resistencia a altas temperaturas y a agentes químicos, como en líneas de vapor, aceites calientes e hidrocarburos alifáticos, ácidos y álcalis débiles.
3500	GYLON	PTFE	Silica	Beige	500 °F (+260 °C)	450 °F (-268 °C)	1200 PSI	350,000	Lámina Gylon® con orientación molecular que reduce efecto de plastodeformación ó flujo en frío. Permiendo un sellado seguro de productos químicos y alimenticios debido a su capacidad de recuperación. Contrapito Flexitallic SIGMA 511	Material Inocuo, recomendado para Ácidos fuertes (excepto hidrofúorhídrico), solventes, hidrocarburos, cloruros, criogénicos, agua y vapor Alimenticio saturado*, Oxígeno**. Cumple con los estándares de la FDA 21CFR177.1550, 21CFR177.2600, 21CFR178.3297 y 21CFR175.300. Aprobado por la USDA para contacto con alimentos.
3504	GYLON	PTFE	Micro esferas de Fibra de Vidrio	Azul	500 °F (+260 °C)	450 °F (-268 °C)	800 PSI	350,000	Lámina Gylon® con orientación molecular que reduce efecto de plastodeformación ó flujo en frío. Contrapito Flexitallic SIGMA 500	Material Inocuo, excelente para equipos revestidos de vidrio, sella mejor que juntas hechas a base de PTFE contiene micro esferas inorgánicas que lo hacen comprimible, sella herméticamente con esfuerzos de torsión bajo. Recomendado para concentraciones moderadas de ácidos y para algunos clásticos, hidrocarburos, solventes, agua, refrigerantes, criogénicos y Oxígeno*. Cumple con los estándares de la FDA 21CFR177.1550, 21CFR170.30 y 21CFR175.300.
3510	GYLON	PTFE	Sulfato de Bario	Blanco	500 °F (+260 °C)	450 °F (-268 °C)	1,200 PSI	350,000	Lámina Gylon® con orientación molecular que reduce efecto de plastodeformación ó flujo en frío. Contrapito Flexitallic SIGMA 533	Material Inocuo utilizado en la manufactura de productos para sellado, en los que el nivel de fuga debe ser cero, y en líneas en las que se manejen sustancias químicas fuertes tales como clásticos fuertes, ácidos moderados, Cloro, gases, agua, vapor alimenticio saturado*, hidrocarburos, criogénicos y Oxígeno**. Cumple con los estándares de la FDA 21CFR177.1550, 21CFR177.2600, 21CFR178.3297 y 21CFR175.300.
3545	GYLON	PTFE	PTFE Micro celular de 3 capas	Blanco	260 °C (+500 °F)	268 °C (-450 °F)	1,200 PSI	350,000	Lámina Gylon® con orientación molecular que reduce efecto de plastodeformación ó flujo en frío, con 2 capas de PTFE Micro celular y un núcleo rígido.	Material Inocuo, ideal para juntas donde se requiera bajas cargas de torque. Las propiedades del Gylon® minimizan los deslizamientos asociados normalmente a flujo fríos en productos de PTFE convencionales. Recomendado para clásticos fuertes, ácidos fuertes, hidrocarburos, cloruros, refrigerantes criogénicos, líneas de tubería vidriada, y algunas bridas plásticas cara resalada. Cumple con los estándares FDA 21CFR177.1550, 21CFR182.1, 21CFR182.1217, y 21CFR175.300.
3565	GYLON	PTFE	Fibra de Vidrio		500°F (+260°C)	350°F (-212°C)	1200 psi	350,000	Las láminas y las juntas ENVELO® #3565 combinan capas de GYLON suave y compresible exteriores con una capa interior de GYLON estable y resistente a la presión y al aplastamiento. Las capas son unidas por sinterización sin uso de ningún adhesivo así eliminando posibles vías de fugas. • Rango ph: 0-14	Son excelentes para esas bridas torcidas o con superficies gastadas, rayadas o picadas. Se ajustan más fácilmente a las irregularidades de las bridas que materiales duros normales. Por esta razón y por sus propiedades de torsión mínima, son las indicadas para uso con tubería o recipientes forrados de vidrio, metales exóticos; y tubería de PVC, fibra de vidrio y fundidas de fibras. No sufren de plastodeformación.
7797	HULE	NEOPRENO		NEGRO	121°C	MIN. -29 °C	250 PSI	20,000	ACABADO TELA Y LISO ELONGACION 125% FUERZA TENSIL 1,500PSI 1 METRO ANCHO ESPESOR 1/32" A 1/4"	Estos laminados de neopreno se utilizan en aplicaciones donde se manejan aceites, petróleo, ozono y donde se requiere de una excelente resistencia al medio ambiente, con amplio rango de aplicaciones. Lámina de hule Neopreno Grado Premium Dureza 80 Shore A ML-R-3065 & ML-Std. 417 Type S Grade SC815 A1 E3 E5
23	HULE	SBR		ROJO	93 °C	MIN. -23°C	250 PSI	20,000	ACABADO TELA ELONGACION 150% FUERZA TENSIL 700PSI 1 METRO ANCHO ESPESOR 1/32" A 1/4"	Este laminado tiene excelentes propiedades para el sellado de algunos ácidos y álcalis suaves Dureza 75 Shore A. Cumple con las especificaciones FHG-156 Type II and ASTM-D-1330 Grade I and II
50	HULE	SBR		ROJO	82 °C	MIN. -29°C	150 PSI		ACABADO TELA ELONGACION 150% FUERZA TENSIL 400psi 1.22 METRO ANCHO ESPESOR 1/16" A 1/4"	Laminado de hule SBR combinado con hule natural curado en tambor con acabado tela. Lámina de hule SBR Dureza 70-85 Shore A
3300	L/A	NEOPRENO	ARAMIDICA	GRIS	700 °F (+370 °C)	400 °F (+205 °C)	1200	350,000	Laminado hecho de fibras aramidicas, con aglomerante de neopreno, brinda una excelente retención de torque y una notable menor emisión de fugas.	Para sellar agua, Vapor Saturado, Refrigerantes, Aceites, Combustibles, y sus derivados, entre otros fluidos y gases.
2900	L/A	NITRILLO	ARAMIDICA	NEGRO	370°C	290°C	1000 PSI	350,000	Lamina comprimida de fibras aramidicas, aglomeradas con un aglutinante elastomérico y vulcanizado en formas de hojas homogéneas	Preferentemente para usos generales y específicamente recomendado para el manejo de fluidos en ambientes rígorosos, donde la sellabilidad sea fundamental para un proceso seguro y bajos gastos
3000	L/A	NITRILLO	ARAMIDICA	AZUL CLARO	370°C	205°C	1000 PSI	350,000	Lamina comprimida de fibras aramidicas, aglomeradas bajo presión con un aglutinante elastomérico y vulcanizado en forma de hojas homogéneas.	Preferentemente para servicios generales y especialmente recomendado para el manejo de fluidos en ambientes rígorosos, donde la sellabilidad sea fundamental para un proceso seguro y con bajos gastos.
ST-706	L/A	NITRILLO	INORGANICAS	BLANCO	500 °C	400°C	1500 PSI	600,000	Laminado hecho a base de fibras inorganicas, por medio de un proceso que reduce notablemente, el flujo en frío y la relajación del empaque.	Excelente en vapor sobrecalentado, soporta cómodamente los 400°C, ideal para conectores ANSI, en turbinas y conexiones de tubería, se utiliza en industrias de generación de energía, procesos químicos, hidrocarburos entre otras.
IFG-5500	L/A	NITRILLO	INORGANICA	GRIS	425°C	290°C	1200 PSI	400,000	Lamina comprimida de fibra inorganica, aglomerada bajo presión con un aglutinante elastomérico y vulcanizado en forma homogénea.	Empaque para sellar solventes algunos aceites y vapor, material que supera los parametros de operación de cualquier laminado, sella agua, hidrocarburos alifáticos, aceites, gasolinas, vapor saturado, gases inertes, refrigerantes.
3200	L/A	SBR	FIBRA ARAMIDICA	CREMA	700 °F (+370 °C)	400 °F (+205 °C)	1200 PSI	350,000	Laminado de fibras aramidicas con hule aglutinante SBR, proporciona una excelente retención de torque y una sorprendente baja emisión de fugas.	Laminado para empaques ideal para sellar agua, vapor saturado, gases inertes, y sus variantes. Preferentemente para servicios generales y especialmente recomendado para el manejo de fluidos con débiles rangos ácidos y álcalis, para aire seco industrial, vapor saturado*, así como agua y soluciones salinas, gases inertes. Cumple con ML-G 24696B
3400	L/A	SBR	ARAMIDICA	GRIS	370°C	205°C	1200 PSI	350,000	Lamina comprimida de fibras aramidicas, aglomeradas bajo presión, con un aglutinante elastomérico, y vulcanizado en forma de hojas homogéneas.	Recomendado para servicios severos, su composición le imparte la resistencia requerida para sellar bajo condiciones extremas de operación. Este estilo se recomienda para aplicaciones de pulpa y papel, y generación de electricidad.
700L	L/A	SBR	FIBRA SINTETICA	AZUL	200°C	150°C	800 PSI	250,000	Laminado comprimido de fibra sintetica, aglomeradas bajo presión con un aglutinante elastomérico, y vulcanizado en forma de hojas homogéneas.	Laminado diseñado para aplicaciones generales, que funcionan bajo las condiciones de trabajo que se describen. Sellado al mejor precio.
8764	PTFE	PTFE	NA	Blanco	572°F 300°C	T.M.N 392°F - 200°C				

## 7. PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN. PROCESO DE DISEÑO CONCEPTUAL.

### 7.1. OBSERVACIÓN DE LA NECESIDAD

Esto se expuso en el capítulo 6.1. Fortalezas vs Áreas de oportunidad del proceso actual.

### 7.2. BENEFICIOS QUE SE BUSCAN

Se incluyeron en el capítulo 6.2. ¿Por qué valdría la pena automatizar el proceso?

### 7.3. TORMENTA DE IDEAS.

Aquí se pretende vaciar toda la información y dudas que se tengan con respecto a este proyecto, sin ninguna discriminación (costo, concepto, lineamiento, etc.)

En el Capítulo 7.7. Diseño conceptual. Croquis, se presentan los croquis realizados.

### 7.4. PUNTOS A RESOLVER

Para poder llevar a cabo una automatización, es muy importante tomar en cuenta varios factores y resolverlos, algunos requieren atención incluso antes de generar más conceptos, ya que son prioritarios. En la tabla que se presenta a continuación se indican los puntos detectados. En un trabajo que involucre a más personas, de áreas diferentes, se espera que incremente la cantidad de puntos presentados en esta lista.

PARTE	PUNTOS A TOMAR EN CUENTA / PUNTOS A RESOLVER	LLUVIA DE IDEAS
PRENSA	LA PRENSA DEBE SER DE UN TONELAJE SUFICIENTE PARA LAS JUNTAS QUE SERÁN CORTADAS	¿PRENSA QUE PUEDA CUBRIR EL USO DE DOS O MÁS SUAJES A LA VEZ?
	¿DURACIÓN DE LA MÁQUINA? DEFINIR EL TIPO DE PRENSA (PISTÓN, RODILLO, ETC.) CONOCER TODOS LOS TIPOS DE PRENSAS POSIBLES	UTILIZAR UNA PRENSA EXISTENTE EN LA PLANTA
SUAJES Y POSICIONAM. DEL SUAJE	¿SE USA UN SUAJE DIFERENTE PARA LA MISMA JUNTA EN DIFERENTE MATERIAL? NO	UTILIZAR LOS SUAJES YA EXISTENTES, A MENOS QUE IMPOSIBILITEN O DIFICULTEN LA AUTOMATIZACIÓN Y DEBAN FABRICARSE SUAJES CON DIMENSIONES ESPECIALES
	¿SE USA UN SUAJE DIFERENTE PARA MISMO DIÁMETRO EN DIFERENTE ESPESOR? DEPENDE DE LA ALTURA DE LA PLECA	¿BASE DEL SUAJE DEL MISMO TAMAÑO (L X A X H) O BASES QUE SE PUEDAN ACOMODAR EN UN PORTA-SUAJES?
	¿SE USA UN SUAJE DIFERENTE PARA LA MISMA JUNTA EN DISTINTO MATERIAL? NO	UTILIZAR UN PORTA-HERRAMIENTAS (O ESCANTILLÓN) PARA TODOS LOS SUAJES.
	ALTURA DE SUAJE	PUEDEN TENERSE MÁS DE UN ESCANTILLÓN, PARA MEDIDAS GRANDES, MEDIANAS Y CHICAS, DE SUAJES.
	PESO DE LOS SUAJES	OBTENER LAS MEDIDAS MÁS UTILIZADAS
	DIMENSIONES	¿TENE QUE ACTUAR UN SOLO SUAJE A LA VEZ O PODRÍAN ACTUAR MÁS?
¿CÓMO UNIFICAR LAS DIMENSIONES DE LOS SUAJES?	SE DEBE PODER ELEGIR EL SUAJE QUE UNO DESEA, OPRIMIENDO UN BOTÓN	
¿EMPLEO DE PISADOR?	SUAJES EN: CARRUSEL, CANJILONES, MECANISMO, BANDA, RACK CADA SUAJE PUEDE TENER UN CÓDIGO DE BARRAS, QUE LE DÉ INFORMACIÓN A LA MÁQUINA SOBRE LOS PARÁMETROS NECESARIOS (ALTURA Y PRESIÓN).	
CORTE	PARA CADA SUAJE SERÁ DIFERENTE LA PRESIÓN	SE DEBE PODER INDICAR LA CANTIDAD DE GOLPES
	CONSIDERAR LAS DIFERENTES COMPLEJIDADES DE JUNTAS	SI FUERA CON UN MECANISMO, ¿HAY QUE DEFINIRLO!
VISIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL	EN PROCESO SEMI-AUTOMÁTICO: TENER UNA TABLA QUE INDIQUE LOS PARÁMETROS (ALTURA, PRESIÓN) PARA CADA MEDIDA DE JUNTA, DE MANERA QUE EL OPERADOR SÓLO HAGA LO QUE INDICA LA TABLA, SIN NECESIDAD DE HACER "TANTEOS"	

<b>MATERIAL</b>	ESPESOR DEL MATERIAL	ESTANDARIZAR EL TAMAÑO DE LA HOJA: EL MATERIAL PUEDE RECIBIRSE EN "TIRAS" DE UN ANCHO ESPECIAL, DIRECTAMENTE DE PRODUCCIÓN NACIONAL, O CORTARSE EN LA SECCIÓN, PARA LAMINADOS DE IMPORTACIÓN.
	TIPO DEL MATERIAL	UTILIZAR UN "PULLER" PARA DESPLAZAR EL MATERIAL.
	A PROVECHAMIENTO DEL MATERIAL	PUEDE DEFINIRSE QUE EN ESTE PROCESO SÓLO SE OCUPEN LAMINADOS CON DETERMINADAS DIMENSIONES Y DEJAR LA PEDACERÍA PARA LOS PROCESOS MANUALES
	PESO DE LAS HOJAS, MANIPULACIÓN DE LAS HOJAS	
	PEDACERÍA DE MÚLTIPLES TAMAÑOS ¿CÓMO REALIZAR LA OPTIMIZACIÓN DEL MATERIAL?	
<b>PROCESO</b>	¿QUÉ DARÍA UNA MAYOR CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN?	EL SISTEMA PODRÍA SABER EN DÓNDE SE ENCUENTRA EL SUAJE, Y ASÍ TOMAR DECISIONES PARA ECONOMIZAR EL MATERIAL
	¿AUTOMÁTICA O SEMI-AUTOMÁTICA?	UN SISTEMA INTELIGENTE PODRÍA: IDENTIFICAR DIMENSIONES DE LA LÁMINA Y ORGANIZAR LA MEJOR DISPOSICIÓN POSIBLE DE CORTES
	PROCESOS DE RETRABAJO (EXTRACCIÓN DE LA JUNTA DEL SUAJE, PLANCHADO, REBABEADO, ETC.)	SISTEMA TIPO PLOTTER PARA EL POSICIONAMIENTO DEL SUAJE
	DEFINIR SI EL SUAJE SERÁ MÓVIL, O EL LAMINADO, O AMBOS.	EL OPERADOR PODRÍA OCUPAR UN JOYSTICK (PROCESO SEMI-AUTOMÁTICO)
	POSIBLES PROBLEMAS EN EL PROCESO	SISTEMA SEMI-AUTOMÁTICO: EL SISTEMA REALIZA LOS PASOS AUTOMATIZADOS. PARA LOS PASOS MANUALES, LE VA DANDO INSTRUCCIONES E INFORMACIÓN AL OPERADOR Y ÉSTE SOLAMENTE VA EJECUTANDO LAS TAREAS
<b>ERGONOMÍA Y SEGURIDAD</b>	¿QUÉ SERÍA LO MÁS CÓMODO PARA EL OPERADOR? EN CUANTO A PROCESO, EMPLEO DE LA PRENSA, REALIZACIÓN DE OTRAS ACTIVIDADES, ETC.	EL SISTEMA DE SEGURIDAD PODRÍA TENER VARIAS APLICACIONES: CONTRA ACCIDENTES, CONTRA DAÑO DE LA MESA, CONTRA DAÑO DEL SUAJE, CONTRA DAÑO DE LA PRENSA, ETC. APOYADO EN SENSORES Y ACTUADORES
	ILUMINACIÓN	DEBE GENERARSE UN CHECK LIST DE SEGURIDAD
	POSICIÓN DEL OPERADOR	SE REQUIEREN MEDIDAS QUE GARANTICEN LA OPERACIÓN LIBRE DE RIESGOS SIEMPRE Y CUANDO SEAN RESPETADAS.
	SEGURIDAD E HIGIENE	
<b>MONITOREO</b>	REQUIERE ESTARSE MONITOREANDO EL DESGASTE DE LA LÁMINA DE APOYO	UNA PANTALLA MOSTRARÍA AL OPERADOR EN DÓNDE SE ENCUENTRA EL SUAJE
	ACONDICIONAMIENTO DEL SUAJE DESPUÉS DE LA INSPECCIÓN DEL PRIMER CORTE, PRECORTE DEL LAMINADO	UNA PANTALLA PUEDE IR MOSTRANDO VARIAS ETAPAS DEL PROCESO, E INFORMACIÓN IMPORTANTE COMO USO QUE LLEVA EL SUAJE Y CUÁNDO DEBERÍA RECIBIR MANTENIM.
	PUNTOS DE INSPECCIÓN EN EL PROCESO	
	QUÉ SE DEBE INSPECCIONAR EN UNA JUNTA EQUIPO DE INSPECCIÓN	

## 7.5. SELECCIÓN DE LA IDEA MÁS VIABLE

Se opta por un sistema **Semi-automatizado**, en el que se requerirá del apoyo de un operador en ciertas etapas del proceso. Las tareas que realizará son importantes para el buen curso del proyecto, pero tendrá momentos que podrá ocupar para realizar otros trabajos. Y no necesitarán ser dos operadores trabajando de manera simultánea en la misma tarea. Las tareas que se automatizarán son las del posicionamiento del suaje y el aprovechamiento del área útil del laminado. También las labores de corte y desplazamiento del material. Las tareas realizadas por el operador serán facilitadas. Una vez colocado el suaje y el material en la máquina, el sistema llevará a cabo su proceso hasta terminar la orden de trabajo, o la hoja de material.

## 7.6. DESARROLLO DE LA IDEA

Se define lo siguiente:

1. El operador pasará el código de barras de la orden de trabajo en un lector y el sistema debe comenzar a trabajar, pues este código le proporcionará información sobre el material, la cantidad de juntas y el tamaño de juntas deseado.
2. El operador también pasaría el código de barras de su credencial, para que quede registro. Un operador no autorizado no podrá continuar con el trabajo.
3. Se utilizará un rack para almacenar los 9 suajes más redituables. Se guardarán de manera horizontal.
4. Cada suaje tendrá un código de barras que le informe al sistema de qué suaje se trata.
5. El sistema llevará un historial de cada uno de estos códigos: fecha de inicio de uso, número de golpes, alertas de mantenimiento preventivo, incidentes presentados, cantidad de juntas que puede obtenerse de un laminado, etc.

6. Los suajes serán colocados de manera manual o automática en un porta-herramientas, que será capaz de recibir y llevar a todos los suajes, adaptándose a las dimensiones de cada uno.
7. El porta-herramienta se desplazará a lo largo del área útil de la prensa con un sistema CNC, de manera que pueda aprovechar de mejor manera el área del material.
8. El material vendrá cortado en tiras con dimensiones basadas en el área de la platina, de manera que la tira cubra todo el ancho de la platina y se pueda ir recorriendo cuando el área haya sido aprovechada para el corte.
9. Las tiras de material serán jaladas por un “puller”, sincronizado con el software del sistema.
10. La secuencia de pasos sería como sigue:
  - a. El operador pasa el código de barras de la orden de trabajo en el lector de la máquina.
  - b. El rack de suajes expulsa el suaje deseado.
  - c. El operador retira el suaje y lo coloca en el portaherramientas. Hay un “pokayoke” (sistema a prueba de errores) que asegura que el código de barras del suaje es leído por otro lector en el portaherramientas, o en el rack.
  - d. El software reconoce al suaje y obtiene de la base de datos el programa que seguirá para realizar los cortes, ocupando la menor cantidad de material posible.
  - e. El software despliega en el monitor la presión y la altura requeridas para este trabajo, para que el operador pueda ajustarlas en la máquina.
  - f. Cuando el operador ha ajustado la máquina teclea “OK” para avisarle al software.
  - g. El operador coloca la cama en posición.
  - h. El operador coloca la lámina en posición (la lámina es de medidas especiales para el proceso).
  - i. El software coloca al suaje en su posición 1, desplazando el porta-herramientas.
  - j. La prensa es activada y se realiza el primer corte.
  - k. La prensa vuelve a su posición de reposo.
  - l. El software coloca al suaje en su posición 2.
  - m. La prensa es activada y se realiza el segundo corte.
  - n. La prensa vuelve a su posición de reposo.
  - o. Se repiten los pasos “J” al “L”.
  - p. Si se termina el área útil de la lámina y aún faltan juntas por cortar, cuando la prensa se encuentra en su posición de reposo, el puller avanza un paso (recorre al laminado una distancia igual al largo de la platina, dejando material nuevo para los cortes restantes).
  - q. Se repiten los pasos “H” al “M”.
  - r. Cuando el puller jala el material y avanza un paso, las juntas cortadas quedan libres para que puedan ser despegadas de la merma de manera manual.
  - s. Las juntas cortadas caen por una rampa, en donde el operador puede recuperarlas.
  - t. Una vez terminado el corte, el software despliega en el monitor un aviso para el operador. De manera simultánea, una torreta y una bocina dan una alarma sencilla, visual y sonora respectivamente.
  - u. El operador retira el laminado del puller.
  - v. El operador retira el suaje del portaherramientas y lo coloca en el rack nuevamente. El lector de código de barras registra este movimiento.
  - w. El operador retira la cama.
  - x. El operador retira las juntas y les da una inspección visual y táctil.
  - y. El operador indica al software cualquier anomalía en las juntas o en el proceso, mediante un checklist.
11. La merma se guardará para ser aprovechada en operaciones manuales.

12. El scrap será dispuesto de acuerdo con el procedimiento de la sección productiva. El scrap es el desecho generado por la fabricación de las juntas. Ya no puede ser reutilizado para elaborar juntas cortadas.
13. Los sistemas de seguridad detendrán de inmediato toda la operación de la máquina si son activados.
14. Las alarmas necesarias serán de tres tipos: Sonoras, Vibratorias y Luminosas. Todas a la vez.
15. Sensores de proximidad serán utilizados para evitar que el operador incurra en acciones de riesgo.

## 7.7. DISEÑO CONCEPTUAL. CROQUIS.

En esta parte establecemos cómo se llevaría a cabo cada una de estas ideas. Véanse los croquis.

El alcance de este proyecto ya no cubre las siguientes etapas en el diseño:

- DISEÑO DE DETALLE Y ESTABLECIMIENTO DE ESPECIFICACIONES.
- FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO.

**Diagram 1: Cross-section of cutting process**

Labels: F (Force), PLEGA DE ACERO, FILO, MATERIAL P/JUNTAS, INCISION, FRACTURA, SUAJE, PLEGA, MATERIAL, MESA, N (Normal force).

Annotations: ① INCISION, ② FRACTURA, INCISION, FRACTURA.

**Diagram 2: Machine operation flowchart**

Labels: UN SOLO TAMAÑO, PRODUCTO TERMINADO.

Text: ¿Varía la F de acuerdo con el material? Durezas P/alu? ¿De acuerdo con el espesor del material? ¿La forma de corte? GRAFITOS VS HULES VS FIBRAS. ¿ajuste P/alu? Según una tabla que indique: Material 3300 1/8" x 4". P = ... N = ...

**Diagram 3: Machine structure**

Labels: CASA NEGRA, PRODUCTO TERMINADO.

Text: QUIERO 100 ps de 3" x 150 TA.

**Diagram 4: Hand interacting with a button**

Label: PUSH.

**Diagram 5: Machine structure with different adjustments**

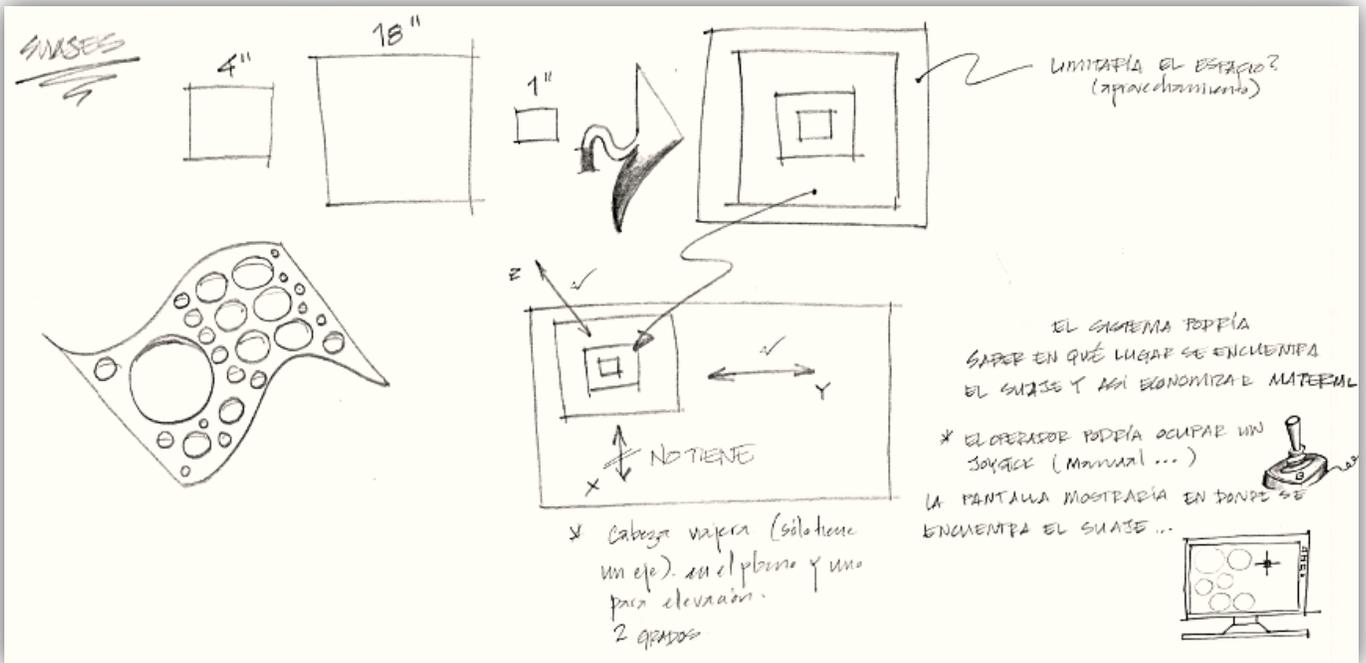
Label: DIFERENTES ARREGLOS.

Labels: PLENSA, SUAJE, MESA, APOYO.

Text: • Mejor visibilidad. • Mejor facilidad de manipulación del suaje. • Mejor facilidad de ajuste del material.

**List of Design Considerations:**

- ⓐ EL SUAJE ES UNA HTA. EXISTENTE SÓLO DEBE ACONDICIONARSE PARA CONSEGUIR QUITAR UN "DESCANTILLÓN" PARA TODOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS ELEGIDAS. \* Puede haber 2 configuraciones. Uno para peguero y otro P/alu.
- ⓑ EL MATERIAL ES SIEMPRE EL MISMO LAMINADOS GAPLOCK (L DE A, HULES, PTFE) Varia: Dureza, Fragilidad, Resistencia, Adherencia al suaje...
- ⓒ POREMOS VARIAR EL MODO DE EJERCER LA FUERZA SOBRE EL SUAJE (Prensa, rodillo, etc.)
- ⓓ CAMBIO DEL SUAJE (AUTOMÁTICO) Siempre la medida P? (o semiautomático o manual).
- ⓔ CAMBIO DE LAS CONDICIONES DE LA MÁQUINA  
→ P - PRESIÓN  
→ N - ALTURA
- ⓕ SELECCIÓN DE LA JUNTA DESEADA Y LA CANTIDAD CON "UN BOTÓN"
- ⓖ Y cómo? UNIFICAMOS LAS DIMENSIONES DE LOS SUAJES? REALIZAMOS LA OPTIMIZACIÓN DEL MATERIAL?
- ⓗ Conectar el accionamiento de la prensa existente al control general. Accionamiento → AVANCE { Suaje Material + soporte de protección

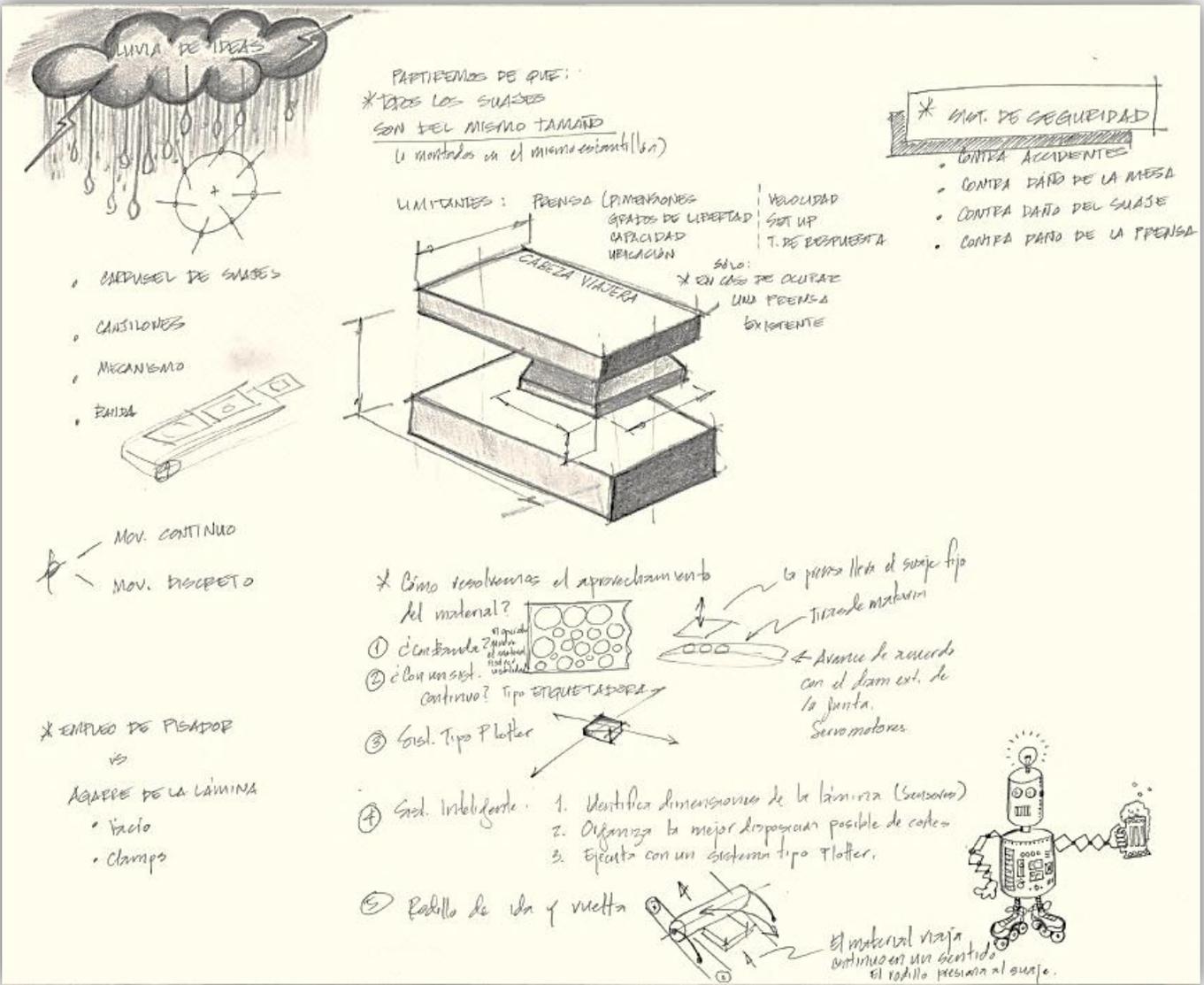


#### PÁGINA ANTERIOR. Lluvia de ideas.

- ⊕ Principio de corte en la hoja, por la pleca de acero.
- ⊕ La misma máquina y los mismos herramientas serán usados para el corte de diferentes materiales.
- ⊕ La utopía sería que el **operador** ingresara la cantidad y el tipo de juntas que tiene en la **orden de trabajo** (o por código de barras de manera automática) y que la máquina fabricara las juntas, separando la merma del producto terminado. A partir de esta idea se irá adecuando el diseño de acuerdo con las restricciones y limitantes técnicas y económicas que se presenten.

#### ESTA PÁGINA

- ⊕ Los suajes tienen diferentes tamaños.
- ⊕ Se procura aprovechar el mayor espacio posible de la lámina, disminuyendo la merma.
- ⊕ La maquinaria disponible sólo tiene 2 grados de libertad.
- ⊕ Se podría tener un sistema que encuentre el suaje desdeado conociendo las coordenadas de su ubicación en el almacén de suajes.
- ⊕ También se pueden ingresar datos en el sistema, que permitan al **programa** conocer la ubicación del suaje sobre la lámina, de manera que se economice el material.
- ⊕ Si el sistema no se diseñara para encontrar la ubicación sobre la hoja, el mismo **operador** podría desplazar al suaje a través de un Joystick, observando este movimiento en el monitor.



Para facilitar la disponibilidad de los suajes, pueden tenerse los siguientes dispositivos:

- Carrusel de suajes (rueda de la fortuna).
- Canjilones
- Mecanismo
- Banda

Si se diseña un dispositivo que permita que todos los suajes tengan el mismo tamaño, se enfrentarían las siguientes limitantes:

- Las dimensiones de la prensa.
- Los suajes pequeños ocuparían el mismo tamaño que los grandes.
- 

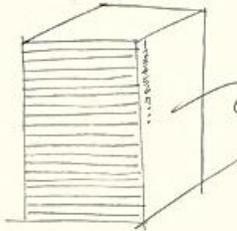
Contemplar que el sistema de seguridad debe cubrir los siguientes puntos:

- Debe ser contra accidentes del **operador** y a la gente cercana a la maquinaria.
- Debe proteger a la mesa contra posibles daños.
- Debe proteger al suaje.
- Debe proteger la integridad del equipo en general.

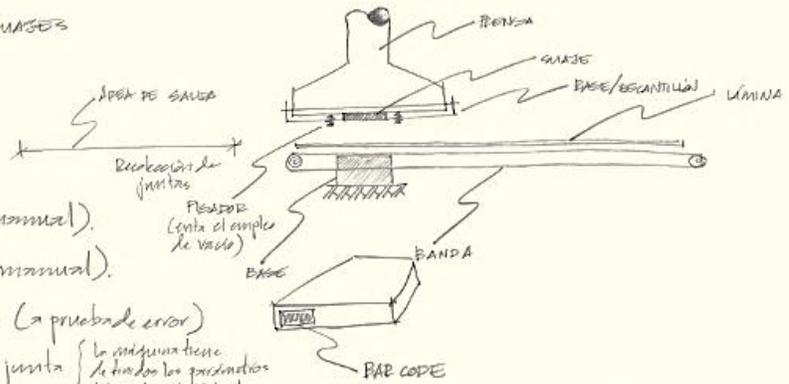
El desplazamiento del suaje, para aprovechar el material se puede resolver con un sistema "tipo plotter" en que el **porta-suajes** lo vaya situando en la posición más conveniente.

SIST. SEMI-AUTOMÁTICO.

1



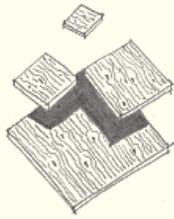
PAQUET CON SUAJES



- 2 Se retira el suaje descaldo (de forma manual).
- 3 Se coloca en la máquina (de forma manual).
- 4 Se refuerza con un código de barras (a prueba de error)
- 5 Desplaza en una pantalla el tipo de junta { la máquina tiene de todos los parámetros requeridos T/ y junta
- 6 Se ingresa la cantidad en el sistema.
- 7 Se coloca el material (de forma manual) → El material puede venir en TIRAS desde su fabricación nacional. El material de importación puede cortarse en la sección.
- 8 Se verifica check list de seguridad
- 9 Se opera todo el ciclo de corte.
- 10 Se recomienda al material (de forma manual) para una segunda línea
- \* Se repiten los pasos 2, 7 y 10 según sea necesario.

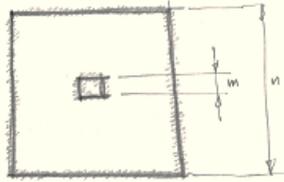
- ✦ El sistema propuesto será Semi-Automático. Un sistema totalmente automático prescindiría de la participación del **operador** en más del 90% de las actividades de manufactura de las juntas. Un sistema semi-automático permitirá que la máquina lleve a cabo las tareas más pesadas o que consumen mayor tiempo de los **operadores**, sin llegar a prescindir de los mismos.
- ✦ Las actividades más pesadas para los **operadores** son: el cargar las láminas, cortarlas en dimensiones que les permitan manejarlas, desplazarlas durante el corte y los movimientos repetitivos de desplazamiento del suaje, de la máquina y la activación de los golpes de la máquina.
- ✦ Las actividades que les consumen mayor tiempo a los **operadores** son: ir por los laminados, cortarlos, el setup de la máquina y la búsqueda y acondicionamiento de los suajes.
- ✦ Se busca que el sistema lleve a cabo la mayoría de las actividades anteriormente descritas.
- ✦ Cada suaje debe llevar un código de barras para su identificación y conteo.

## TAMAÑOS SUAJES:



TOPES SON CUADRADOS

LIMITANTES: TAMAÑOS EXTREMOS



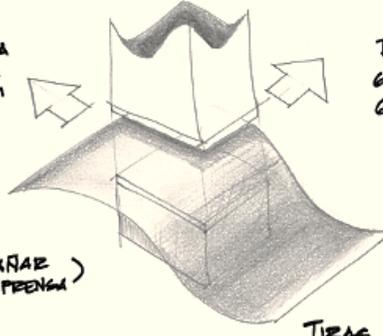
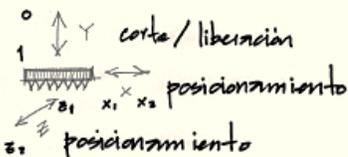
TAMAÑO DE LA PRENSA

PARA APROVECHAR UNA HOJA CON MÚLTIPLES CORTES:

1. MOVER LA HOJA
2. MOVER EL SUAJE (LIMITADO AL AREA DE ACCIÓN DE LA PRENSA).

\* A VECES PUEDE SER MÁS SENCILLO EL PUNTO 1 Y EN OTRAS EL PUNTO 2.

¿CÓMO RESOLVER EL MOVIMIENTO HOJA/SUAJE?



TAMAÑO LAMINADOS:  
60 X 120 IN  
60 X 60 IN  
...

pedrería

↓  
VARIABLE  
pero con un MAX.

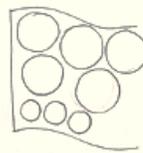
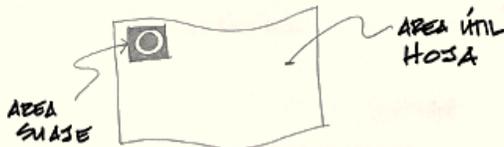
RESTRICCIONES:

- \* Cuando  $Y$  está en  $Y_1$ ,  $X$  y  $Z$  no se mueven. (EVITARÍA DAÑAR AL SUAJE/PRENSA)
- \* Cuando  $Y$  está en  $Y_0$ ,  $X$  y  $Z$  pueden moverse
- \*  $X$  y  $Z$  pueden moverse de manera simultánea cuando  $Y = Y_0$

Controlado por SOFTWARE CNC

Controlado por el OPERADOR - manual

Control mixto? - el software indica la posición sugerida/el operador ejecuta el movimiento.



¿QUIÉN DEFINE ESTA DISTRIBUCIÓN?

- Criterio del operador
- \* Software

¿Cómo resolver el movimiento hoja-suaje?

Los tamaños extremos de los diferentes suajes pueden ser una limitante para este movimiento.

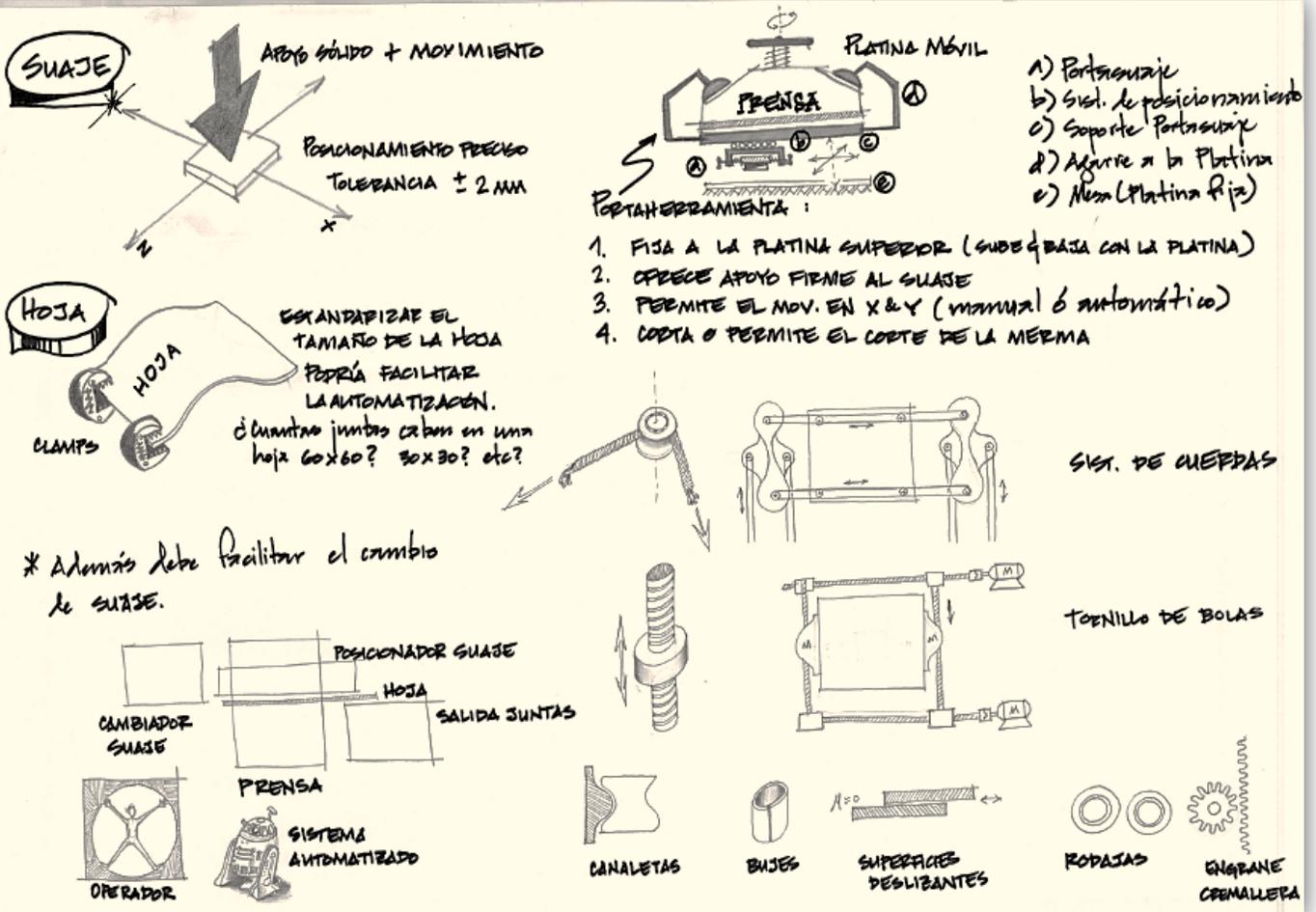
La prensa "pato" sólo tiene movimiento vertical (en "y"). La prensa de cabeza viajera tiene movimiento vertical y horizontal (2° de libertad).

La secuencia sería:

1. Una vez que ya hay una hoja en la prensa, se lleva a cabo el movimiento en "y" hacia abajo para el corte.
2. Movimiento de la platina superior en "y" hacia arriba.
3. Se reposiciona el suaje o el laminado, en las coordenadas "x" y "y".
4. Se repiten los pasos 1 y 2.

Los tamaños estándar de los laminados son demasiado grandes para ser manipulados en las prensas. Se requieren tiras de material, que tengan como ancho el mismo ancho de las platinas, de manera que el movimiento de la hoja se restrinja a un solo grado de libertad.

Para definir el mejor aprovechamiento de la lámina puede utilizarse el criterio del operador o el programa que se diseñe. La propuesta es que el programa sea el que realice esta actividad. Y el desplazamiento de 1 GL (grado de libertad) de la hoja también debería ser capaz de hacerlo la máquina semi-automática.



Si se ocupa un **porta-suaje** para desplazar al suaje dentro del área útil de la **prensa**, debe tener dos características muy importantes:

1. Ser capaz de proporcionar un movimiento suave y preciso en los ejes horizontales "X" y "Z".
2. Proporcionar, a su vez un apoyo sólido al cuerpo del suaje, para evitar daños al mismo y permitir un corte uniforme.

El **portaherramienta** debería estar fijo a la platina superior o bien, ser capaz de absorber el impacto de la misma en el momento en que hagan contacto para el corte.

- El movimiento del suaje dentro del **porta-suajes** se puede llevar a cabo con:
- a. Un sistema de cables tensados y desplazados con rodajas.
  - b. Tornillos de bolas recirculantes.
  - c. Superficies deslizantes.
  - d. Bujes.
  - e. Engrane-cremallera
  - f. Canaletas, etc.

## CAMBIADOR DE SUAJE

1. MANUAL
2. SEMI-AUTOMÁTICO
3. AUTOMÁTICO

ϕ Canti. de suajes:

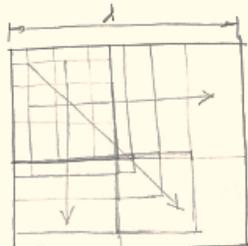
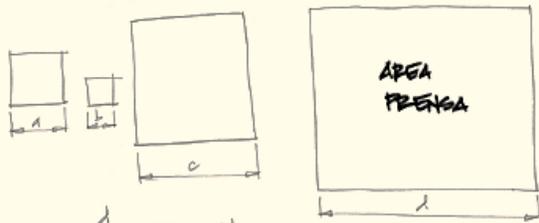
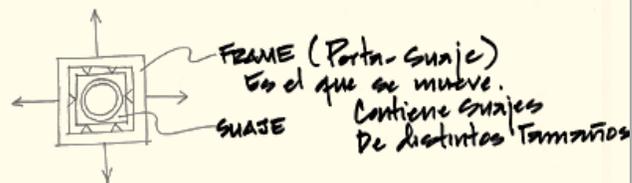
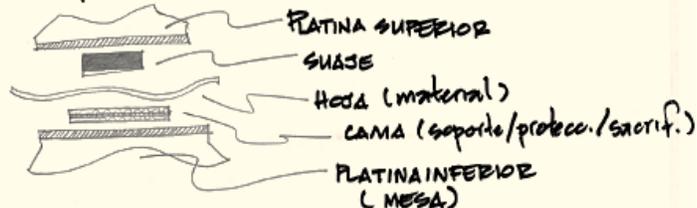
ϕ Medidas:

\* Todos los suajes deberían poder ajustarse en el sist. de posicionamiento.

→ suajes del mismo tamaño (soporte).

→ suajes diferentes en un sist. de posic. universal.

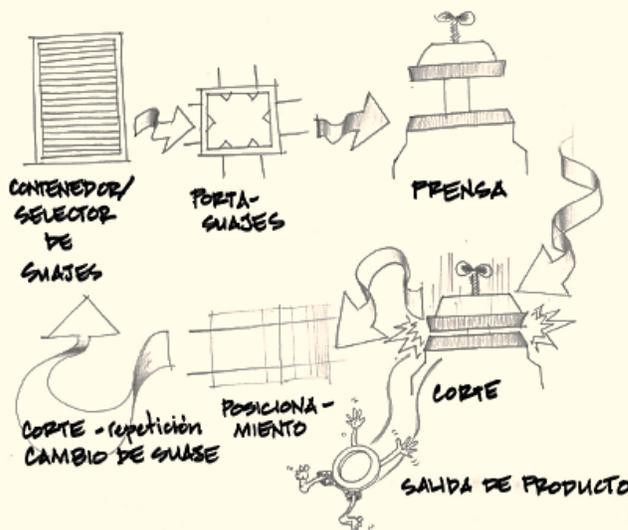
EL SUAJE DEBE HACER CONTACTO CON LAS SIG. SUPERFICIES:



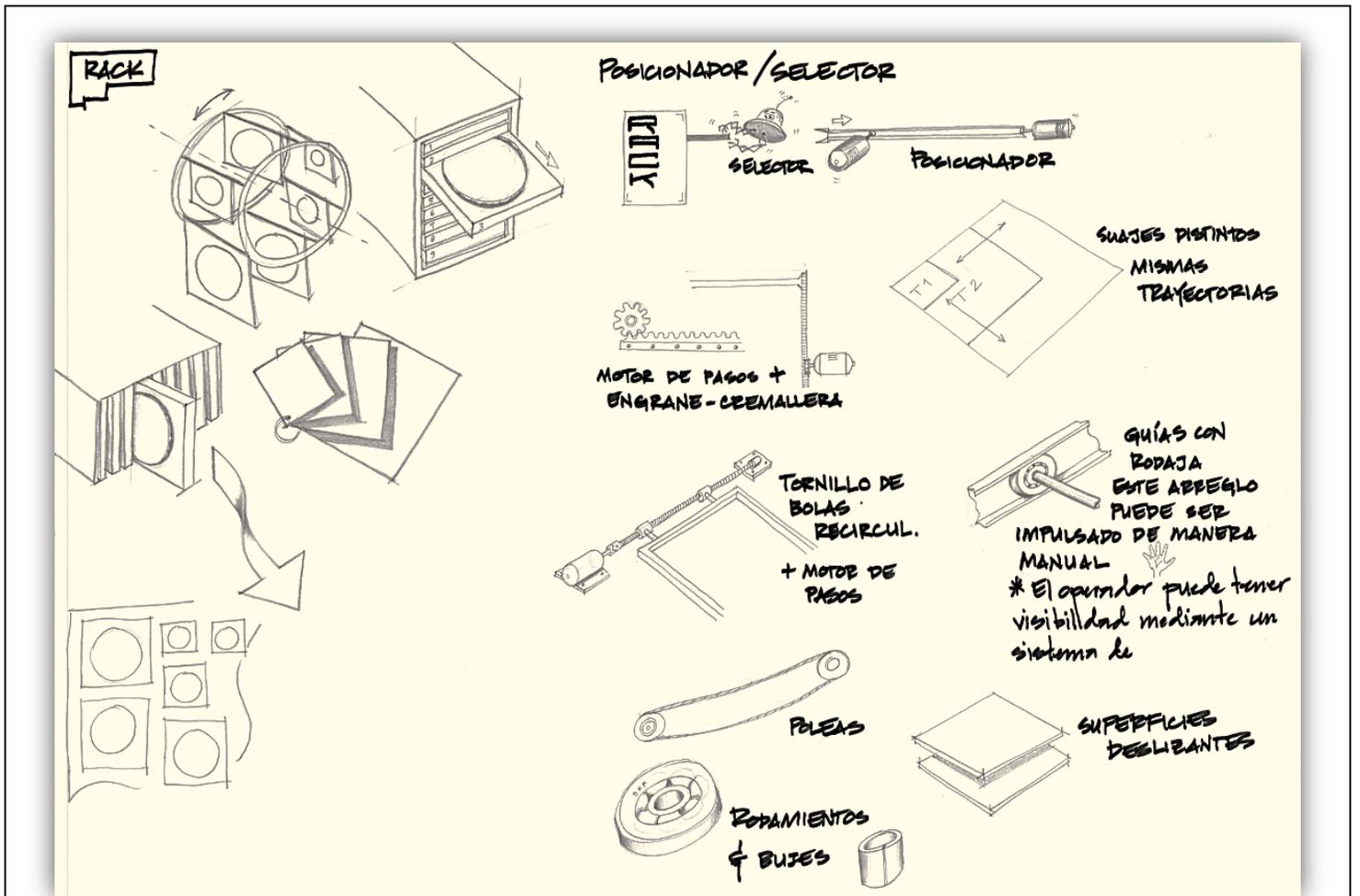
- Debe ser Espido
- Debe ser Preciso
- Debe ser Seguro
- 

MOVIMIENTO SUAJE DENTRO DEL AREA PRESA

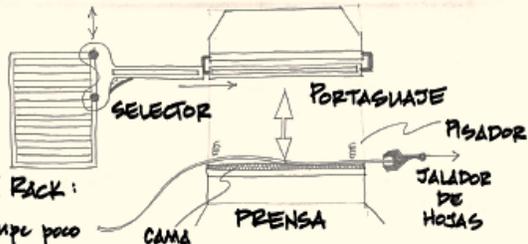
TRAYECTORIAS:



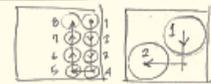
- ϕ El cambiador de suaje puede ser manual, semi-automático o automático. Sus funciones serían las de elegir el suaje requerido, tomarlo de su localización en el almacén y colocarlo en el porta-suaje.
- ϕ El suaje hace contacto con las siguientes superficies: platina superior de la prensa y hoja. La hoja a su vez se apoya en una cama, que protege a la platina inferior de daños por el contacto con el suaje. La cama se apoya entre la platina superior y la hoja.
- ϕ Hay diferentes trayectorias que pueden seguirse para ubicar al suaje en las posiciones de corte. El programa deberá ser capaz de elegir la trayectoria más adecuada, según el diseño del mismo.
- ϕ Es necesario tomar en cuenta que la merma tiene que separarse del producto terminado.
- ϕ Actualmente esta separación se lleva a cabo de manera manual.



- ⊕ Para guardar los suajes, se utilizará un "rack" de suajes.
- ⊕ Este rack contendrá los suajes de manera horizontal, uno sobre otro, en la posición que ocuparán para realizar el corte, es decir, con el filo de la pleca en la parte inferior.
- ⊕ El selector de suajes tomará el suaje que el programa le indique y lo colocará en el posicionador de suajes.
- ⊕ El posicionador es un elemento que se desplazará sobre el área de la mesa, para colocar al suaje en la mejor posición para aprovechamiento del material.
- ⊕ Hay muchas formas de proveer al posicionador del movimiento que requiere para colocar al suaje en las coordenadas deseadas. En el dibujo se muestran algunas propuestas.



AREA ÚTIL MESA



- Que ocupe poco espacio
- Que contenga todos los suajes seleccionados
- Que pueda liberar el suaje deseado fácilmente.
- Salida al "SELECTOR" y salida manual P/MTO.
- Tiene indicada la posición de suaje

**SELECTOR:**

- Encuentra la posición del suaje deseado
- Toma el suaje del RACK
- Lo transfiere al PORTA-SUAJE

**PORTA-SUAJE:**

- Recibe el suaje del SELECTOR
- Lleva al suaje a la POSICIÓN INICIAL
- Desplaza al suaje a la siguiente posición de acuerdo con el software
- Devuelve el suaje al SELECTOR
- Se ajusta al tamaño de suaje

**OPERADOR:**

- \* Monitorea el funcionamiento del suaje.
- \* Ajusta altura y presión / según una guía proporcionada por los diseñadores
- \* Corta la tira de hoja y la coloca en el jalador.

Según el área útil  
Cada tamaño de suaje  
Tendrá la misma trayectoria  
↔ La hoja es tamaño STD.

Cuando termina de  
cortar toda el área útil

1. SALA LA HOJA
2. Regresa a su posición inicial

**PISADOR**

→ Mantiene a la hoja fija y plana antes, durante y después del corte

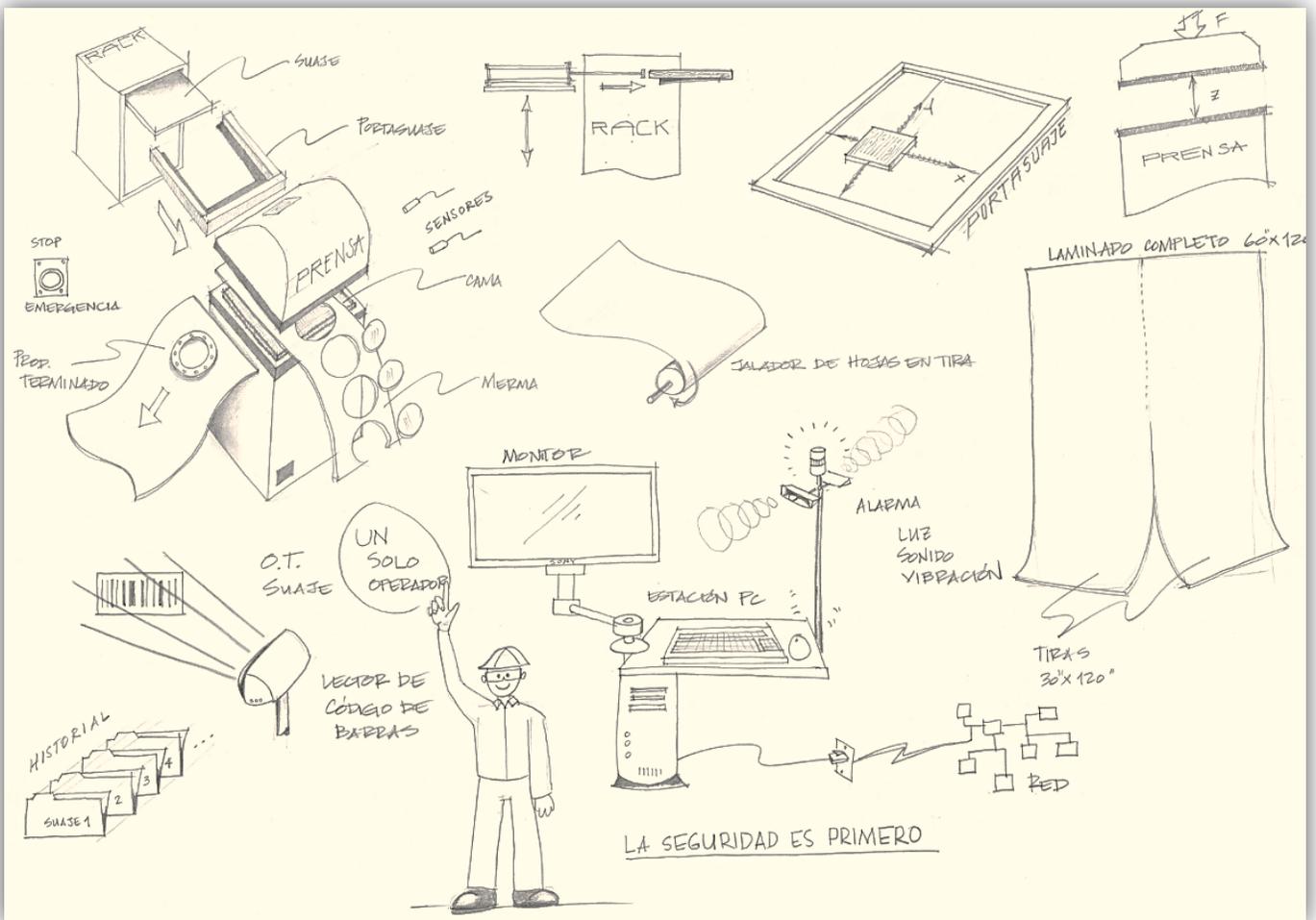
**JALADOR DE HOJAS**

→ Va desplazando la hoja la distancia indicada por el software

**SOFTWARE, DEBERÍA:**

- \* Dar la instrucción al SELECTOR para colocarse en el lugar del suaje deseado
- \* Dar la instrucción de tomar el suaje y entregarlo al PORTA-SUAJE
- \* Dar la instrucción al PORTA-SUAJE de situarse en la posición inicial
- \* Indicar al JALADOR DE HOJAS lo necesario para que la hoja quede en su lugar
- \* Dar la secuencia de pasos a la PRENSA & al PORTA-SUAJE para cubrir toda el área útil, y regresar a la posición INICIAL
- \* Llevar un conteo del uso y eventualidades de suaje

- ✦ El programa controlará al selector del suaje, al porta-suajes, al jalador de hojas y los golpes de la prensa. Coordinando todas estas actividades de manera secuencial y protegiendo al sistema al no dar instrucciones simultáneas de movimiento que puedan dañarlo.
- ✦ El rack debe tener las siguientes características: ocupar poco espacio, que pueda contener a todos los suajes seleccionados, que pueda liberar al suaje fácilmente cuando lo tome el selector, debe indicar la localización de cada suaje.
- ✦ La gran ventaja de tener hojas tamaño estándar sería que el programa podría planear cómo ocupar el espacio con la mayor economía posible, tomando en cuenta el área total de la mesa de la prensa. Esto sería sin importar el tamaño de suaje.
- ✦ El jalador de hojas iría desplazando la tira de hoja una vez que el área útil se haya ocupado en su totalidad.
- ✦ El selector debe encontrar la posición del suaje que se requiere, toma el suaje del rack y lo transfiere al porta-suajes.
- ✦ El porta-suajes recibe el suaje del selector, lleva al suaje a la posición inicial, desplaza al suaje a la siguiente posición de acuerdo con el programa, devuelve el suaje al selector, y algo muy importante: es que se debe ajustar al tamaño de suaje, en caso de que no se pudiera lograr que todos los suajes tengan el mismo tamaño.
- ✦ El operador monitorea el funcionamiento del sistema, ajusta el setup de la máquina, según una guía proporcionada por los diseñadores y coloca las tiras de hojas en el jalador.
- ✦ El programa debería: indicar al selector el lugar en que se localiza el suaje en el rack, llevar al selector para que tome el suaje y luego llevarlo al porta-suajes, en donde colocará al suaje. Dar la instrucción al porta-suajes de situarse en la posición inicial. Indicar si el suaje quedó bien colocado. Indicar posibles daños. Detenerse si detecta alguna anomalía o riesgo, e indicar lo que sea. También debe definir la mejor distribución de la hoja de acuerdo con el suaje a ocupar y detener la máquina cuando es necesario que el jalador de hojas entre en acción. También debe llevar un conteo del uso y eventualidades de cada suaje, información que será ocupada de manera estadística y para definir los periodos de mantenimiento de cada suaje.



En esta imagen se presenta la secuencia general de pasos que llevaría este concepto.

1. Un **rack** contiene a los suajes almacenados de manera horizontal.
2. El **operador** pasa el código de barras de la **orden de trabajo** en un lector ubicado en el **rack**.
3. El **rack** expulsa automáticamente el suaje que se requiere.
4. El **operador** coloca el suaje en el **porta-suaje** y lo traslada a la **prensa**.
5. El **programa** indica la cantidad total de áreas útiles que requerirá, para que el **operador** tenga el material listo.
6. El **operador** coloca la tira de hoja se encuentre debidamente colocada en el **jalador de hojas** y que sea el estilo correcto.
7. Una vez que el **porta-suaje** y el **jalador** se encuentran en posición, el **operador** oprime un botón para avisarle al **programa** que puede comenzar. El **programa** verifica con **sensores** que la información es correcta.
8. El **programa** indica al **operador** en la pantalla, la información adecuada para el **setup** de la **prensa** (altura y presión).
9. El **programa** elige, a partir de la información relacionada con el código de barras de la **orden de trabajo**, el aprovechamiento del área útil de la hoja. La información es tipo de junta, dimensiones, cantidad y material.
10. El **programa** sitúa al suaje en la posición 0 y comienza la secuencia de corte: golpe – elevación – desplazamiento del suaje.
11. Una vez que se ha cubierto el área útil de la hoja, el suaje regresa a su posición 0, y el **jalador de hojas** desplaza a la tira hasta dejar un área útil completa nuevamente.
12. El **programa** se detiene hasta que termina de cortar la cantidad de juntas solicitada.

- ⊕ Los laminados son surtidos en hojas desde la manufactura. Esto es factible de acuerdo con el proceso de fabricación de las mismas.
- ⊕ Cada uno de los elementos que componen el sistema debe tener una interfaz sencilla y cómoda para el **operador**.
- ⊕ El **programa** se comunica con el usuario a partir de una pantalla, de un teclado, códigos de barras y de alarmas sonoras.
- ⊕ El **programa** va llevando un historial de cada **orden de trabajo** y de cada suaje, de manera que pueda avisar con tiempo suficiente cuando un herramental requiera de mantenimiento.
- ⊕ El diseño de detalle debe realizarse tomando en cuenta que "la seguridad es lo primero". Por esta razón debe haber alarmas de paro de emergencia y **sensores** que aseguren que un **operador** no puede accidentarse durante el proceso, así como proteger la integridad de la maquinaria.

## 7.8. PARÁMETROS Y VARIABLES A TOMAR EN CUENTA:

CONCEPTO	NOTAS
CALIDAD	ACONDICIONAMIENTO DEL SUAJE DESPUÉS DE LA INSPECCIÓN DEL PRIMER CORTE
	DEBE CONTEMPLARSE UNA FÁCIL DETECCIÓN DE DEFECTOS Y REMOCIÓN DEL SUAJE EN CASO NECESARIO (POR NECESIDAD DE CAMBIO DEL SUAJE, POR AJUSTES DE ALTURA O DE PRESIÓN, ETC.).
	EQUIPO DE INSPECCIÓN NECESARIO
	PUNTOS DE INSPECCIÓN EN EL PROCESO
	QUÉ SE DEBE INSPECCIONAR EN UNA JUNTA?
CAPACITACIÓN	APOYO DE INGENIERÍA
	APOYO DE LOS OPERADORES EXPERIMENTADOS (EXPERTOS DEL PROCESO)
	GENERACIÓN DE MANUALES E INSTRUCTIVOS
ERGONOMÍA	ANTROPOMETRÍA
	EQUIPO DE SEGURIDAD, INSPECCIÓN Y HERRAMIENTAS A LA MANO
	ESPACIO SUFICIENTE PARA QUE TRABAJE EL OPERADOR LIBREMENTE
	ILUMINACIÓN. SOBRE LA MESA, ENTRE PLATINAS, EN EL TABLERO DE CONTROL, PARA LA INSPECCIÓN, ETC.
	MANIPULACIÓN DE LAS HOJAS (ANTES, DURANTE Y DESPUÉS)
	PESO DE LAS HOJAS
	PESO DE LOS SUAJES
	POSICIÓN DEL OPERADOR
	QUE HAYA VISIBILIDAD DEL CORTE (SI FUERA NECESARIO)
	QUE SEA SENCILLO REALIZAR EL SETUP DE LA MÁQUINA (ALTURA, PRESIÓN, VELOCIDAD, ETC.)
	TAPETES ANTI-FATIGA PARA LOS OPERADORES
TOMAR EN CUENTA LOS PASOS DEL PROCESO QUE REQUIEREN DE MÁS CUIDADO (CARGADO DE LAS HOJAS, COLOCACIÓN DE LAS HOJAS, MOVIMIENTO DEL MATERIAL, CARGADO DEL SUAJE, ESTAR DE PIE TODO EL TIEMPO, SELECCIÓN DEL SUAJE, ILUMINACIÓN PARA REVISAR EL SUAJE, CARGADO DEL PRODUCTO TERMINADO, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.	
ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO	ELEVACIÓN NECESARIA DE LA PLATINA MÓVIL (ESPESOR DEL MATERIAL, ALTURA DE SUAJE, ALTURA DEL BASTIDOR DE SUAJES)
	PRESIÓN NECESARIA, DIMENSIONES DE LA PRENSA
LIMPIEZA	FORMA DE DESHACERSE DE LA MERMA FÁCILMENTE
MANTENIMIENTO	DEBE ESTABLECERSE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, ASÍ COMO LOS PUNTOS INDISPENSABLES A SER TOMADOS EN CUENTA PARA ESTOS TRABAJOS.
MATERIAL	DURACIÓN DEL SUAJE, PRESIÓN NECESARIA, ACONDICIONAMIENTO DE LOS BOTADORES
	PEDACERÍA DE MÚLTIPLES TAMAÑOS. DEFINIR SI PODRÁ SER UTILIZADA O SI DEBERÁ ESTABLECERSE UN TAMAÑO ESTANDARIZADO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO.
OPERADOR	ESTABLECER LOS REQUISITOS
OTROS SERVICIOS	AIRE COMPRIMIDO, VACÍO, DESECHOS, TRASLADO DE LAS HOJAS, CORTE DE LA MERMA, ETC.
PARÁMETROS DEL PROCESO	DIMENSIONES DEL ÁREA, DE LA MÁQUINA, DE LA MESA DE TRABAJO, DE LOS PASILLOS, DE LAS ÁREAS DE TRABAJO, DEL ALMACÉN DE HOJAS, ETC.
	LA COMPLEJIDAD DE LA JUNTA ES UN FACTOR A TOMAR EN CUENTA.
PROCESO	PAROS NECESARIOS EN EL PROCESO, ASÍ COMO TOMAR EN CUENTA LOS POSIBLES PAROS NO PROGRAMADOS (POR FALLA, POR LIMPIEZA, POR DALLA EN SUMINISTRO DE ENERGÍA, POR ACCIDENTE, ETC.)
	POSIBLES PROBLEMAS EN EL PROCESO (MATERIAL, OPERADOR, HERRAMENTAL, MAQUINARIA, ENERGÍA, INCIDENTES NATURALES, ETC.)
	PRECORTE DEL LAMINADO. PARA DEJARLO EN DIMENSIONES MANIPULABLES PARA LA MÁQUINA
	PROCESOS DE RETRABAJO (EXTRACCIÓN DE LA JUNTA DEL SUAJE, PLANCHADO, REBABEADO, ETC.)
	SET UP DE LA MÁQUINA
SEGURIDAD	SETUP DE LA MÁQUINA (ALTURA, PRESIÓN, VELOCIDAD, ETC.)
	ALARMAS
	LA SOLUCIÓN QUE SE IMPLEMENTE DEBE SER LO MÁS SEGURA POSIBLE PARA LA INTEGRIDAD DEL OPERADOR Y LAS PERSONAS QUE PUEDAN ENTRAR EN CONTACTO CON LA MÁQUINA.
	PAROS DE EMERGENCIA
	SENSORES DE PROXIMIDAD
	TIEMPOS SEGUROS DE TRABAJO CONTINUO
	VISIBILIDAD

## 8. APÉNDICES.

### 8.1. TOLERANCIAS DE DIÁMETROS PARA JUNTAS CORTADAS

Tolerancias de diámetros para Juntas Cortadas Tipo Anillo y Cara Completa.				
RANGO EN DIÁMETRO EXT. (PULGADAS)	Ø INTERIOR	Ø EXTERIOR	Ø BARRENOS	Ø CIRCULO DE BARRENOS
HASTA 10"	+/- 1/32"	+1/32", -1/16"	± 1/32"	± 1/16"
MAYOR QUE 10" - HASTA 16"	+/- 1/16"	+3/64", -3/32"	± 1/32"	± 1/16"
MAYOR QUE 16" - HASTA 20"	+/- 3/32"	+1/16", -1/8"	± 1/32"	± 1/16"
MAYOR QUE 20" - HASTA 50"	+/- 1/8"	+1/8", -3/16"	± 1/32"	± 1/16"

Nota: Esta especificación de ingeniería (para diámetros) aplica a todas las juntas que por su geometría y dimensiones no se contemplan en la norma ASME B16.21-2005 y por lo tanto se consideran especiales.

## 8.2. TOLERANCIAS DE ESPEORES PARA HOJAS COMPRIMIDAS

TOLERANCIAS DE ESPEORES PARA HOJAS COMPRIMIDAS		
Espesor Nominal (IN)	Espesor requerido (IN)	Rango
1/64"	0.016"	0.014" – 0.020"
0.020"	0.020"	0.018" – 0.024"
0.025"	0.025"	0.020" – 0.028"
1/32"	0.031"	0.026" – 0.034"
3/64"	0.047"	0.042" – 0.049"
0.053"	0.053"	0.047" – 0.056"
1/16"	0.062"	0.056" – 0.065"
5/64"	0.078"	0.071" – 0.082"
3/32"	0.094"	0.086" – 0.098"
0.100"	0.100"	0.096" – 0.104"
7/64"	0.109"	0.100" – 0.114"
0.110"	0.110"	0.106" – 0.114"
1/8"	0.125"	0.115" – 0.130"
9/64"	0.141"	0.126" – 0.148"
5/32"	0.156"	0.141" – 0.164"
3/16"	0.188"	0.173" – 0.195"
7/32"	0.219"	0.204" – 0.226"
1/4"	0.250"	0.230" – 0.260"

TOLERANCIAS DE ESPEORES PARA HOJAS COMPRIMIDAS		
Espesor Nominal (MM)	Espesor requerido (IN)	Rango
0.4 mm	0.016"	0.014" – 0.020"
0.6 mm	0.024"	0.022" – 0.028"
0.8 mm	0.031"	0.026" – 0.034"
1.0 mm	0.039"	0.034" – 0.042"
1.5 mm	0.059"	0.053" – 0.062"
2.0 mm	0.079"	0.072" – 0.082"
2.5 mm	0.098"	0.090" – 0.102"
3.0 mm	0.118"	0.108" – 0.123"
3.2 mm	0.126"	0.116" – 0.131"
4.0 mm	0.157"	0.147" – 0.162"
5.0 mm	0.197"	0.182" – 0.204"
6.0 mm	0.236"	0.216" – 0.246"
7.0 mm	0.276"	0.256" – 0.286"

### 8.3. TABLA DE DATOS PARA JUNTAS TIPO ANILLO Y CARA COMPLETA

Tabla de Datos Para Juntas Tipo Anillo (T/A) Según Norma ANSI B16.5-1988						
Diam Nominal [IN]	A 150 Lb/IN <sup>2</sup>			A 300 Lb/IN <sup>2</sup>		
	Ø Interno [IN]	Ø Externo [IN]	Suaje	Ø Interno [IN]	Ø Externo [IN]	Suaje
1/2	27/32	1 7/8	2914	27/32	2 1/8	2934
3/4	1 1/16	2 1/4	2915	1 1/16	2 5/8	2935
1	1 5/16	2 5/8	2916	1 5/16	2 7/8	2936
1 1/4	1 21/32	3	2917	1 21/32	3 1/4	2937
1 1/2	1 29/32	3 3/8	2918	1 29/32	3 3/4	2938
2	2 3/8	4 1/8	2919	2 3/8	4 3/8	924
2 1/2	2 7/8	4 7/8	2920	2 7/8	5 1/8	2939
3	3 1/2	5 3/8	2921	3 1/2	5 7/8	2940
3 1/2	4	6 3/8	2922	4	6 1/2	
4	4 1/2	6 7/8	2923	4 1/2	7 1/8	2941
5	5 9/16	7 3/4	2924	5 9/16	8 1/2	
6	6 5/8	8 3/4	2473	6 5/8	9 7/8	2942
7	7 5/8	10				
8	8 5/8	11	2925	8 5/8	12 1/8	2943
10	10 3/4	13 3/8	2926	10 3/4	14 1/4	2944
12	12 3/4	16 1/8	2927	12 3/4	16 5/8	2945
14	14	17 3/4	2928	14	19 1/8	2946
15	15	19		15	20 1/4	
16	16	20 1/4	2929	16	21 1/4	2947
18	18	21 5/8	2930	18	23 1/2	3786
20	20	23 7/8	2931	20	25 3/4	2948
22	22	26	2932	22	27 3/4	
24	24	28 1/4	2933	24	30 1/2	4482
26	26	30 1/2		26	32 7/8	
28	28	32 3/4	5736	28	35 3/8	
30	30	34 3/4	3067	30	37 1/2	
32	32	38		32	39 5/8	
34	34	39		34	41 5/8	
36	36	41 1/4		36	44	
38	38	43 5/8		38	46 1/8	
40	40	45 3/8		40	48 3/8	
42	42	48		42	50 3/4	
44	44	50 1/8		44	53	
46	46	52 1/8		46	55 1/4	
48	48	54 1/2		48	58 3/4	
50	50	56 1/2				
52	52	58 3/4				
54	54	61				
56	56	63 1/4				
58	58	65 1/2				
66	66	79 1/8				

**Tabla de Datos Para Juntas Tipo Cara Completa (C/C)**

**Según Norma ASME B16.21-1992**

Diam Nominal [IN]	A 150 Lb/IN <sup>2</sup>						A 300 Lb/IN <sup>2</sup>					
	Medida		Barrenos			Suaje	Medida		Barrenos			Suaje
	Ø Interno [IN]	Ø Externo [IN]	No.	Ø	D.C.B.		Ø Interno [IN]	Ø Externo [IN]	No.	Ø	D.C.B.	
1/2	27/32	3 1/2	4	5/8	2 3/8	2949	27/32	3 3/4	4	5/8	2 5/8	1524
3/4	1 1/16	3 7/8	4	5/8	2 3/4	2950	1 1/16	4 5/8	4	3/4	3 1/4	1525
1	1 5/16	4 1/4	4	5/8	3 1/8	2951	1 5/16	4 7/8	4	3/4	3 1/2	2969
1 1/4	1 21/32	4 5/8	4	5/8	3 1/2	2952	1 21/32	5 1/4	4	3/4	3 7/8	
1 1/2	1 29/32	5	4	5/8	3 7/8	2953	1 29/32	6 1/8	4	7/8	4 1/2	2970
2	2 3/8	6	4	3/4	4 3/4	2954	2 3/8	6 1/2	8	3/4	5	2971
2 1/2	2 7/8	7	4	3/4	5 1/2	2955	2 7/8	7 1/2	8	7/8	5 7/8	2972
3	3 1/2	7 1/2	4	3/4	6	2956	3 1/2	8 1/4	8	7/8	6 5/8	2973
3 1/2	4	8 1/2	8	3/4	7	2957	4	9	8	7/8	7 1/4	
4	4 1/2	9	8	3/4	7 1/2	2958	4 1/2	10	8	7/8	7 7/8	2974
5	5 9/16	10	8	7/8	8 1/2	2959	5 9/16	11	8	7/8	9 1/4	
6	6 5/8	11	8	7/8	9 1/2	2960	6 5/8	12 1/2	12	7/8	10 5/8	2975
8	8 5/8	13 1/2	8	7/8	11 3/4	2961	8 5/8	15	12	1	13	2976
10	10 3/4	16	12	1	14 1/4	2962	-	-	-	-	-	-
12	12 3/4	19	12	1	17	2963	-	-	-	-	-	-
14	14	21	12	1 1/8	18 3/4	2964	-	-	-	-	-	-
16	16	23 1/2	16	1 1/8	21 1/4	2965	-	-	-	-	-	-
18	18	25	16	1 1/4	22 3/4	2966	-	-	-	-	-	-
20	20	27 1/2	20	1 1/4	25	2967	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	24	32	20	1 3/8	29 1/2	2968	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## **9. BREVE HISTORIA DE GARLOCK DE MÉXICO S.A DE C.V.**

Hacia finales del Siglo XIX, en 1887 Olin J. Garlock, siendo Ingeniero de Operaciones, logra constituir The Garlock Packing Company, con el objeto de desarrollar la línea de Productos para el Sellado de Fluidos más completa en la Industria. Desde su creación, Garlock Sealing Technologies se ha distinguido por los diseños innovadores de sellado, y el lanzamiento constante al mercado de nuevas tecnologías.

En México, la presencia formal de Garlock se ubica en el tiempo en que culminaba la lucha armada de nuestra Revolución, siendo los mercados atendidos, el azucarero y ferrocarrilero.

En el pasado Siglo XX y durante el proceso de la industrialización mexicana, Garlock participa activamente con sus clientes, logrando la preferencia y distinción del Mercado.

Gracias a la Visión e Iniciativa de un grupo de empresarios mexicanos liderados por Don Louis Mulás y Don Juan Moch, en 1959 se consigue el acuerdo que daría lugar a la constitución de Garlock de México.

A partir de esa fecha, y durante un par de años; las áreas de ingeniería de Garlock Inc., se dedicaron a transmitir la experiencia y conocimientos de manufactura a la operación mexicana, que a la postre, se convirtió en el prototipo para otras inversiones de Garlock en el Mundo.

Actualmente, Garlock de México funciona con nueve secciones productivas bajo el único criterio Global establecido por su casa matriz: dar cumplimiento total a las especificaciones de propiedades físicas del producto.

Varios productos desarrollados por la división de Garlock Sealing Technologies han sido honrados por diversos expertos industriales y paneles independientes; por los beneficios y mejoras logradas en la utilización del producto en aquellas aplicaciones en las que el desempeño superior es vital para cumplir con las exigencias normativas y de proceso.

Por más de 100 años, Garlock Inc. ha mantenido el liderazgo en la producción y desarrollo de tecnologías del sellado en sus 15 Plantas ubicadas en 9 países con la colaboración directa de sus casi de 1,900 empleados.

La línea de productos de Garlock entegra más de 100,000 soluciones de sellado que abarcan aplicaciones únicas, diseños específicos e integración de mejoras en el concepto productividad – sellabilidad.

El sistema de calidad establecido por Garlock Sealing Technologies es de acuerdo a los requerimientos de las Normas ISO-9000 y cada una de las plantas es responsable de registrar, certificar y mantener su pleno cumplimiento.

El compromiso con el liderazgo tecnológico ha producido a través de los años una significativa variedad de aportaciones a la industria en programas de productividad, reducción de costos, implementación de mejoras en seguridad, hermeticidad, disponibilidad de equipos y rendimiento del proceso.

Algunas de las innovaciones a lo largo de la historia del sellado han sido: las juntas enchaquetadas de teflón, laminados libres de asbesto, sellos partidos Kloxure, laminados Gylon, Chevron “V” rings, Helicoflex “C” Rings metálicos, Get Gasket, etc.

La innovación y desarrollo de sus tecnologías de sellado se basan en los aspectos fundamentales que son considerados por los clientes al momento de su elección:

- Cumplimiento a Normas Internacionales.
- Robustez Mecánica del Sello.
- Versatilidad de Uso y Aplicaciones.
- Seguridad en Operación.
- Niveles de Sellabilidad Obtenidos.
- Resistencia a Agentes Externos.
- Protección al Medio Ambiente.
- Tiempo de Vida Útil.
- Retorno a la Inversión.

Muchos de los productos Garlock Sealing Technologies son combinaciones de materiales y fibras que hace apenas una década no existían, y son el resultado de la dedicación y continua investigación y desarrollo de productos. Garlock Sealing Technologies está continuamente perfeccionando sus líneas de productos, agregando nuevos métodos, mejorando los existentes, y modernizando sus capacidades de servicio.

Garlock tiene un diseño adecuado para cada necesidad de sellado en los mercados aeroespacial, nuclear, industrial, químico, minero, farmacéutico, alimenticio, metalúrgico, etc.

## 10. CONCLUSIONES.

El trabajo presentado fue una gran oportunidad de repasar conceptos vistos a lo largo de la carrera y de aprender otros, manteniendo la visión de aplicar los resultados en el ámbito profesional.

El diseño conceptual es sólo una parte del proceso de Diseño de Ingeniería, sin embargo es una de las etapas que más me gustan de toda la secuencia de pasos, ya que obliga a revisar los antecedentes y bases necesarias para poder entender el problema. También se da impulso a la creatividad y a la imaginación, de manera que se busquen múltiples caminos para llegar a la solución y se elija el más viable, de acuerdo con las condiciones de cada proyecto.

Todo lo que vamos aprendiendo a lo largo de la vida, influye en nuestro raciocinio y en las decisiones que tomamos. Aplicando esta convicción, quisiera mencionar las asignaturas que considero más influyentes para la realización de este trabajo: las diferentes materias de Mecánica, Materiales, Máquinas, Dibujo, Estadística, Instrumentación y Control, Fluidos, Humanidades, y por supuesto, las asignaturas del módulo de Diseño.

Con el único afán de contribuir a la riqueza de opiniones sobre las fortalezas y debilidades de los egresados de las carreras de Ingeniería de la UNAM, quisiera hacer unos comentarios según lo que he observado en mis años de vida laboral. En este tiempo he podido constatar que tenemos una base teórica muy sólida, que nos da una ventaja para comprender la raíz de los problemas a los que nos enfrentamos, y esta es una fortaleza única.

Creo que nuestras áreas de oportunidad con respecto a los egresados de otras instituciones\*, podrían ser las siguientes:

- ❖ Somos muy estudiosos, pero menos emprendedores. Como que tendemos más a trabajar “hacia adentro” que “hacia afuera”. Somos excelentes empleados, pero creemos que requerimos de una gran trayectoria para ocupar puestos gerenciales, y estos puestos terminan siendo ocupados por egresados de otras instituciones, que muchas veces tienen menos conocimientos científicos y teóricos, y menor experiencia que nosotros.
- ❖ Quizá una parte del tiempo invertido en Ciencias Básicas para resolver problemas teóricos o inventados para las materias, podría aprovecharse en la solución de ejemplos REALES tomados de las empresas y de la vida diaria, de las construcciones, de los proyectos, de las fallas, etc.

*\* Estoy consciente de que estos comentarios no aplican para todos los egresados de Ingeniería de la UNAM ni de otras instituciones, sólo son observaciones basadas en mi experiencia.*

Los conocimientos que considero de gran utilidad en el campo profesional son los siguientes:

- ❖ Matemáticas avanzadas. Es una de las herramientas que distinguen a los ingenieros de otros profesionistas.
- ❖ Tecnologías modernas. Cuando sale uno al campo laboral, tiene que tener conocimientos actualizados de los últimos avances tecnológicos.
- ❖ Probabilidad y Estadística. En la Industria hay una gran influencia de las metodologías 6 Sigma que se basan en estos conocimientos.
- ❖ Finanzas. Un ingeniero que aspire a alcanzar un rango de Gerencia y alta Gerencia debe dominar los conceptos financieros.
- ❖ Toma de decisiones. Cualquier puesto que requiera de un tramo de control, o de liderazgo, requiere de un profesionista que sepa tomar decisiones con base en las evidencias.
- ❖ Seguridad Industrial. Las pérdidas por accidentes son muy numerosas en la Industria. Atentan contra la integridad de las personas, de las empresas y de la sociedad. Concientización, metodologías, sistemas de seguridad, cómo “venderla” a los trabajadores, cómo convertirla en una forma de vida dentro y fuera de la Industria.
- ❖ Inglés obligatorio, no “de comprensión de lectura”. He visto cómo excelentes ingenieros han perdido grandes oportunidades de viajes, de promociones, de superación, sólo por no saber inglés. Y cómo personas con menos preparación han logrado adelantos importantes por dominar este idioma.
- ❖ Ecología. No podemos concebir a un buen ingeniero que no esté comprometido con la Ecología, no como moda, sino como una convicción.

Los conocimientos de Ingeniería pueden ser útiles en cualquier situación en la que uno se encuentre. Su estudio provee de un orden lógico para el raciocinio, enseña cómo traducir los problemas en formulaciones matemáticas, devela el mundo maravilloso de la tecnología, entrega herramientas para poder utilizarla, proporciona una posición privilegiada en el entendimiento de las máquinas y los procesos, asimismo facilita la comprensión del funcionamiento de las cosas en general, de acuerdo con las Leyes Naturales.

A pesar de la gran utilidad que representa el estudio de la Ingeniería, es necesario entender que es sólo una disciplina que nos otorga grandes beneficios para resolver cierto tipo de problemas y para crecer en un nivel profesional y de conocimiento. Según mi opinión, el egresado de Ingeniería que desea crecer como Ser Humano, necesita cuestionarse los valores aprendidos y comprometerse con los elegidos, esforzarse en el estudio de otras materias y disciplinas, como las Ciencias Sociales, las Ciencias Naturales, las Bellas Artes, las relaciones humanas, el respeto por la naturaleza y por la sociedad, la búsqueda de soluciones sustentables y el enaltecimiento de la vida, sobre los avances tecnológicos.

Tengo la certeza de que la Ingeniería siempre me acompañará como un Ángel, así como lo ha hecho desde que pisé la Facultad por primera vez, en Noviembre de 1989. No me asusta que se me ofrezcan oportunidades de puestos que en apariencia no estén directamente relacionados con las labores de un Ingeniero, ya que siempre podré aplicar estos conocimientos, para mi mejor desempeño y la búsqueda de mejores resultados en mis funciones. Recordemos que los primeros Ingenieros fueron personas que se caracterizaban sobre todo por su amor a la Ciencia y por la búsqueda insaciable del funcionamiento y perfeccionamiento de las cosas en la Naturaleza, y que obtuvieron resultados que hasta el día de hoy, siguen beneficiándonos a todo el mundo.

Por último, debo mencionar que reconozco ser inmensamente afortunado por haber podido estudiar esta carrera en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, lo cual me llena de agradecimiento y de orgullo. Espero tener la oportunidad de corresponder a la UNAM, a la Facultad y a los grandes seres humanos con los que he tenido la bendición de cruzarme en este maravilloso camino.



## 11. REFERENCIAS

ASME B16.5 Flanges.

[www.texmet.com/TMWcatalog.pdf](http://www.texmet.com/TMWcatalog.pdf)

El amianto y la salud. Consorci Sanitari de Barcelona.

[www.aspb.es/quefem/docs/Amianto\\_y\\_salud.pdf](http://www.aspb.es/quefem/docs/Amianto_y_salud.pdf)

Engineered Gasketing Products. Garlock Sealing Technologies Technical Manual.

[http://www.beacongasket.com/products/gasket/GARLOCK\\_Gasket\\_Sheets.pdf](http://www.beacongasket.com/products/gasket/GARLOCK_Gasket_Sheets.pdf)

Explore the world of piping.

[http://www.wermac.org/flanges/flanges\\_general\\_part2.html](http://www.wermac.org/flanges/flanges_general_part2.html)

GARLOCK GYLON® PRODUCTS - Garlock Sealing Technologies.

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=203](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=203)

Factors affecting gasket performance.

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=1127](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=1127)

Focus on maintenance. Causes and costs of gasket failure.

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=807](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=807)

Guía para la utilización segura de elementos de Sellado.

[http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009\\_98\\_ESP.pdf](http://www.europeansealing.com/uploads/resources/publications/ESA-FSA-Guia-Juntas-y-Bridas-009_98_ESP.pdf)

Hydrocarbon Processing September 2010.

<http://www.hydrocarbonprocessing.com/Article/2663937/Spiral-wound-or-kammprofile-gaskets.html>

Juntas Industriales. José Carlos Veiga.

[http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas\\_espanhol.pdf](http://www.teadit.com.br/new/images/publicacoes/juntas_espanhol.pdf)

Juntas y tecnología de sellado.

[http://www.saidi.es/PDF/Corporate/SAIDI\\_PRODUCTS\\_CATALOGUE/SAIDI\\_Catalogo\\_Baumer.pdf](http://www.saidi.es/PDF/Corporate/SAIDI_PRODUCTS_CATALOGUE/SAIDI_Catalogo_Baumer.pdf)

La búsqueda de la mejor solución de sellado. Jim Drago, P.E. & Matt Tones, Garlock Sealing Technologies.

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=815](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=815)

Preco, Inc. | Laser Basics for Die Cutting Fabricators.

[www.ctlaser.com.au/lcttheory.html](http://www.ctlaser.com.au/lcttheory.html)

Understanding sealing solutions.

[www.garlock.com/download.php?obj\\_id=826](http://www.garlock.com/download.php?obj_id=826)

Understanding Sealing Solutions. CEP July 2009.

[www.aisce.org/cep](http://www.aisce.org/cep)