



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NÍCOLAS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESINA**

***“El desarrollo del Ingeniero Químico dentro de la industria manufacturera de la fibra Poliéster.”***

**Memoria de Experiencia Laboral**

Para obtener el título de Ingeniero Químico

**PRESENTA: P.I.Q. Arturo Talavera Sánchez**

**ASESOR DE TESIS:**

Ing. Rocío Montes Gaytán

**Morelia, Michoacán. Marzo de 2019**

## INDICE

I OBJETIVOS .....	4
II RESUMEN .....	5
III INTRODUCCIÓN .....	6
IV ANTECEDENTES.....	7
I. Fechas Relevantes.	
II. Historia de la compañía Celanese Mexicana y subsecuentes nombres oficiales.	
III. Descripción de procesos y usos finales de poliéster Fibra Corta	
V DESARROLLO LABORAL.....	18
i. Organización Empresarial	
ii. Explicación del proceso de fabricación de polímero de Tereftalato de polietileno mejor conocido como PET.	
iii. Procesos y usos finales del polímero de Tereftalato de polietileno.	
a) Resina para fabricación de botellas.	
b) Fibra poliéster.	
iv. Poliéster fibra corta fabricación y usos finales.	
v. Desarrollo profesional	
a) Trayectoria	
b) Liderazgo y casos de estudio	
vi. Conclusiones y comentarios finales.	

## Dedicatorias

### A mi Esposa

Compañera de este viaje de desarrollo profesional por su apoyo, comprensión y mantener una familia unida que siempre fue el motor para superar mis metas.

### A mis Hijos

Una razón de lucha para alcanzar las metas y ser mejor persona día a día.

### A mi madre

Fundamental soporte, ejemplo de perseverancia honestidad y humildad que me ayudo a mantener siempre mi espíritu de aprendizaje buscando siempre un trabajo en equipo.

## Objetivos

- Constar como el Ingeniero Químico se debe adaptar a los procesos de manufactura modernos:
  - Adaptar la parte gerencial de los procesos de manufactura de una empresa que se ha mantenido a la vanguardia del desarrollo y crecimiento de la industria química.
  - Desarrollar las habilidades de liderazgo para manejar grupos multidisciplinares.
  - Ejecutar programas de mejora continua en plantas que actualmente están catalogadas como la punta de Benchmarking a nivel internacional.

## Resumen

El ingeniero Químico durante su desarrollo profesional frecuentemente se enfrenta a una situación que en la gran mayoría de las veces no tienen nada que ver con el desarrollo académico durante la carrera universitaria. Pero en la gran mayoría de los casos esos criterios aprendidos en las aulas ayudan a potencializar el aprendizaje de otras habilidades necesarias para integrarse a la vida laboral en una empresa de manufactura.

La parte fundamental para que el Ingeniero Químico en la empresa tenga una aportación de mayor envergadura es el liderazgo, habilidad que una vez adquirida permite escoger el mejor criterio para mantener una operación de manufactura enfocada en la excelencia y el desarrollo de mejores prácticas que siempre será una forma de mantener una empresa competitiva.

Hoy en día los cambios están presentes en todos los campos de la industria y si no se mantiene un equipo completo que tome dichos cambios y los nuevos retos con energía y conocimiento, difícilmente se lograrán los objetivos y los resultados seguramente serán pobres. Este reporte pretende que se pueda tener una referencia para que la juventud sea más proactiva en la búsqueda de las soluciones que permitan mantener la competitividad de la industria del país.

Chemical engineer face in during his professional career some situations which normally don't have any relation with the academic formation. But this learned criteria helps a lot to understand and impulse a better knowledge of other capabilities to have a quicker manufacturing improvement integration.

There is a very key part in a chemical engineer career where he contributes the most to the enterprise which is the Leadership, this capability is very important once you dominate to have the best decisions to maintain the manufacturing operation focusing in the continuous improvement and applying the best practices, this will keep the competitiveness of the enterprise.

Today changes are in everywhere of the industry and if you don't have a very good qualified team to take this changes with energy and very good knowledge, will be very hard to get the goals, the final results will be poor. This report will be a reference to the young engineers and helps them to have proactive attitude to search the best practices which maintain the competitiveness of the Mexican industry.

Desarrollo Ingeniero Químico manufactura poliéster

## I.

**INTRODUCCIÓN**

La incorporación a la industria saliendo de la carrera de Ingeniería Química siempre será un tanto difícil adaptar el pensamiento teórico que un estudiante tiene en la universidad, la realidad con que se maneja la operación y como se administran los recursos de una empresa es muy diferente.

En México existen dos tipos de empresas que grandes o pequeñas tienen la característica de administración familiar o corporativa, son con capital mexicano, y hasta hace poco solo se permitía un 49 % de capital extranjero. Eso ya cambio y ahora existen grandes corporativos internacionales que han modificado significativamente la forma de administración.

Es el caso de este trabajo en donde se desarrolló mi trabajo profesional a lo largo de 38 años siempre fue en una empresa dentro de las consideradas grandes.

Desde Celanese mexicana en 1979 hasta actualmente como Indorama Ventures el proceso de administración siempre fue considerado como corporativo, en un principio con políticas de una empresa norteamericana y después a un ambiente más europeo cuando se dio la unión con Hoechst, cambiando en 1998 a KoSa una empresa privada que posteriormente se convertiría a Invista en 2004 y a partir de febrero 2011 en Indorama Ventures empresa pública con capital predominantemente Indio y Tailandes.

## II. ANTECEDENTES,

Semblanza de Celanese Mexicana S. A. empresa en que desarrollé mi carrera profesional.

### I. Fechas Relevantes

1945: Celanese Mexicana inicia operaciones con su primera planta para fabricar fibras de Acetato de Celulosa, la planta fue instalada en Ocotlán, Jalisco.

1957: La compañía llega a 7 plantas instaladas en México elaborando 29 productos y con una plantilla de 3,500 empleados.

1967: Celanese Mexicana produce 65% de las fibras sintéticas del mercado Mexicano.

1976: Se expande a 10 plantas integrándose la fabricación de Químicos y plásticos a la par de las fibras sintéticas.

1982: Un nuevo complejo petroquímico en Cosoleacaque hace que la firma se convierta en el líder de la producción de químicos secundarios.

1987: La compañía es reestructurada bajo la tutela del nuevo dueño Hoechst Celanese AG.

1998: La división fibras es vendida, y Celanese Mexicana se convierte en empresa privada subsidiaria de Celanese A.G. una nueva empresa bajo la tutela de Hoechst AG.

### II. Historia de la Compañía Celanese Mexicana y Subsecuentes nombres oficiales:

Celanese Mexicana, S.A. de C.V. fue una de las mayores empresas productoras de químicos tales como ácido Acético y acetato de vinilo. La

compañía fabricó y comercializó químicos básicos y especializados para para la industria de la construcción, farmacéuticos, alimentos, textiles, pinturas, adhesivos, papel, vestido, tabaco y otros. Fué subsidiaria de las empresas líderes mundiales: Celanese Corp., Hoechst AG.

Pioneros en la industria: 1944-68

Durante la Segunda Guerra Mundial a México se le cortó el suministro de fibras sintéticas que se habían estado importando desde Italia y Japón. Aunque las condiciones comerciales con los Estados Unidos estaban muy difíciles después de la expropiación petrolera de 1938, el gobierno mexicano abrió una pequeña puerta volteando hacia los Estados Unidos de América buscando una compañía que fabricara Rayón. Encontraron un posible socio en la empresa Celanese Corp., la cual se convirtió en 1944 en la primera gran empresa de Estados Unidos en entrar nuevamente a México desde 1938. Nacional Financiera, S.A., la banca de desarrollo del gobierno y el Banco Nacional de México (actual Banamex) el banco privado más grande en México, ayudaron a financiar la aventura. El gobierno mexicano garantizó por 10 años la concesión de impuestos y prometió a Celanese la protección en contra la competencia generada por productos de importación que compitieran en su mismo campo. Celanese Corp. compartió la propiedad con Nacional Financiera y otros 4 grupos de inversores mexicanos.

Celanese Mexicana inició operaciones fabricando fibras de acetato de celulosa en la ciudad de Ocotlán, Jalisco en 1945 tiempo después se incorpora al portafolio fibras de Nylon, la compañía tomó también la única planta en México fabricante de Rayón, una pequeña planta en las orillas de la Ciudad de México. Esto jugó en favor de una nueva planta que inició operaciones en 1948 en Zacapu, Michoacán, "Viscosa Mexicana S. A. En 1954 Celanese Mexicana compró en Toluca estado de México, una planta textil adaptándola a la manufactura de cuerda para llanta de

Rayón fibra que era proporcionada desde Zacapu, tiempo después Nylon y Poliéster fueron introducidos en la misma planta para este mismo mercado. Una planta en Lerma, Estado de México fue adicionada en 1951 para la producción de materiales plásticos usados como plastificantes para la industria de la construcción bajo el nombre de Claracel, S. A. Empujada por la urgencia del gobierno mexicano Celanese Mexicana estableció una planta en Río Bravo, Tamaulipas, en 1952 para producir celulosa y otros productos de la borra y el desperdicio de la pulpa de del algodón de las plantaciones cercanas. Esta nueva aventura se llamó Celulosa Nacional, S.A.

Una nueva división fue establecida en 1957, inició produciendo químicos básicos tales como emulsiones de acetato, formaldehído, polivinilo y resinas sintéticas. De aquí surgió en 1960 una compañía separada llamada Químico General la cual era 40% propiedad de Celanese Mexicana.

Las ventas anuales estimadas de Celanese Mexicana se incrementaron desde mx\$4,000,000 en 1947 a cerca de mx\$30,000,000 en 1957. Sus ganancias netas que rozaron la cantidad de mx\$6,700,000 millones en 1956. Para 1957 la compañía fabricaba 29 productos en 7 plantas y contaba con 3,500 empleados con un valor de activos de mx\$51,000,000.

Con el final de la protección gubernamental en contra de las importaciones, la compañía enfrentaba en México por primera vez la competencia. Este resultado obligó a la compañía en 1958 a no hacer el reparto de utilidades a sus socios ya que al siguiente se cumplía el tiempo que el gobierno Mexicano le había concedido para exentar impuestos.

Un plan de reorganización que incluyó la promoción de ejecutivos Mexicanos a los puestos principales volvió a posicionar a CelMex como una empresa saludable llegando en 1960 a un 38% de utilidades antes

de impuestos. Para 1967 la compañía mantenía un 65% de la participación del mercado textil de todas las fibras sintéticas. Las ventas alcanzaron \$ 781 millones de pesos (62.5 millones de dólares). La compañía empleaba a 4,603 empleados. Para el siguiente año CelMex mudó sus oficinas corporativas del centro de la ciudad de México a un elegante edificio situado en el afamado barrio de San Ángel.

### **Compromiso con la Química: 1975-88**

Celanese Mexicana, en 1975, se encontraba entre las 18 empresas en México que reportaron una venta anual con una cantidad alrededor de \$3.0 mil millones de pesos (348 millones de dólares) ese año también abrió sus puertas una nueva planta de fibra poliéster filamento en la ciudad de Querétaro e inició la producción de ácido acrílico y también de esteres de acrílico en Cosoleacaque, Veracruz, se adquirieron la mayoría de acciones de la compañía Novacel S. A., un convertidor de película para empaque, con esta compra adicional aumento el número de localidades productivas a 10. Celanese Mexicana continuaba siendo en 1976, la mayor empresa productora de fibras sintéticas en México y una de las más grandes productoras de químicos y plásticos. Cuatro años después llegó a tener 9,153 empleados, unas ventas netas de 10.89 mil millones de pesos (475 millones de dólares), y una utilidad neta de 1.02 mil millones de pesos (\$45 millones de dólares).

La devaluación del peso en 1982 fue un duro golpe para todas las compañías mexicanas que tenían préstamos en moneda extranjera, durante el siguiente año Celanese Mexicana renegoció casi toda su deuda de largo plazo de 329 millones de dólares con la ayuda de préstamos extranjeros y del gobierno Mexicano. La compañía también cerró una parte de la planta de Zacapu, una planta textil de cercana a Guadalajara, así como la reducción de su plantilla de trabajadores a 8,200 empleados.

Celanese Mexicana se mantiene como la productora más grande de fibras sintéticas. En 1982 se completó el trabajo de un nuevo complejo petroquímico en la Cangrejera, Veracruz, siendo Petróleos Mexicanos la encargada de suministrar la materia prima para su operación. Esto permitió a Celanese Mexicana convertirse en la compañía productora de químicos secundarios más grande de México manteniendo también el 40% del mercado nacional de fibras sintéticas, las ventas de la compañía se incrementaron a más de 850 millones de dólares en 1983, y sus ganancias alcanzaron los 35 millones, exportaciones de 32% de la producción de sus 10 plantas con 33 productos enviadas a 38 países CelMex ganaba ventaja del colapso del peso. Cerca de un cuarto de los productos textiles que ingresaban a México eran de contrabando pero como los pagos eran en dólares y con la recesión estos escaseaban para los pagos que se tendrían que hacer por estos productos ilícitos. La recesión también daño a la compañía sin embargo lo que más afectó fue la caída de los mercados de las fibras de cuerda para llanta y la que se usaba para la fabricación de alfombras y tapetes.

Los 70 productos comercializados por CelMex, se fabricaban a través de 3 divisiones, la división fibras que producía materiales como acetatos, Rayón, nailon, Poliéster, celulosa y productos acrílicos que se usaban para diversos productos textiles que en ese tiempo tenía el 36 por ciento del mercado, la división Química que producía acetato de vinilo, alcoholes industriales, solventes y productos intermedios para la industria de plásticos y abrasivos, comida, farmacéuticos y pinturas y La división de plásticos y especialidades manufacturaba películas flexibles para materiales de empaque resinas de ingeniería y celulosa.

Para ese tiempo Celanese Mexicana se convirtió en una de las mayores exportadoras, sus ventas al extranjero representaban un 37 % de su volumen de producción y un 20% de su valor de ventas. Las ventas

netas alcanzaron \$102.8 millones unos (\$762 millones de dólares). CelMex fue renqueada como la 14va. Empresa de las compañías que cotizaban en La Bolsa Mexicana de Valores.

### **Subsidiaria Alemana: 1987-2001**

Celanese Corp. se convirtió en Hoechst Celanese AG en 1987, cuando la corporación basada en USA fue adquirida por la manufacturera alemana de productos farmacéuticos Hoechst AG. Celanese Mexicana fue reestructurada en el siguiente año en dos grupos: Fibras Resinas e importaciones y Productos Químicos y empaque. Las ventas netas llegaron a más de \$694 millones usd y las ganancias netas fueron de \$81.12 millones de dólares existían 8,661 empleados. La compañía gastó cerca de \$600 millones de dólares entre 1989 y 1994 para expender y modernizar sus plantas, en 1990 cuando las ventas alcanzaron cerca de \$750 millones de dólares, las exportaciones alcanzan 20 % del total de ventas con Estados Unidos, Canadá y Europa liderando el camino seguidos por Suramérica, el Caribe y América central. El mercadeo de los clientes fuera de la frontera fue asignada a una subsidiaria basada en Dallas, Texas, CelMex fue la productora líder de petroquímicos intermedios, PET (Polietilen tereftalato), y fibras sintéticas. Estas inversiones fueron hechas para expandir la producción de Poliéster para hilatura, acetato de vinilo, 2 etílico hexanol, película de polipropileno y Ácido Acrílico.

Con la llegada del tratado de libre comercio (TLCAN) en 1994, Hoechst Celanese incrementó su porcentaje de participación de 49 en Celanese Mexicana la posición de mayoría accionaria con 51%. CelMex ahora tenía unas ventas de \$1,000 millones dólares por año y era la empresa química privada más grande de América Latina, pero sus ganancias fueron cayendo debido al incremento de costos y de la mayor competencia, las ventas tuvieron una caída de 6% en 1993 y las utilidades

cayeron 32%. Se tuvo que hacer una reestructuración de las operaciones y el retiro de productos no competitivos tales como el celofán.

El portafolio de productos de CelMex incluían fibras de Poliéster y nailon, oxo alcoholes acetilos esteres y plastificantes, así como también productos de empaque de las cuales se distinguía ya el mercado del PET para botellas de uso en las bebidas carbonatadas.

Celanese Mexicana ahora una vez fuera de los negocios no principales se concentraría en sus principales operaciones de fibra y resina Poliéster, Acetilos, y oxo-alcoholes, esto inicio con el adelgazamiento de la empresa a inicios de 1995 cuando vendió su operación en Toluca de resina termoestable la cual producía resinas de ingeniería así como poliésteres no saturados a una empresa Mexicana subsidiaria de Reichhold Chemicals Inc. Después en el mismo año vende su planta de nailon que estaba en Ocotlán Jalisco a Alpek, S.A. de C.V., el negocio petroquímico del grupo industrial una de las más grandes empresas de México, CelMex también vende su participación accionaria de la planta de caprolactama ubicada en Salamanca Guanajuato a la misma Alpek. Esta planta previamente había sido un joint venture con grupo Alfa. Sin embargo, en 1997 re arranco la planta de anhídrido ftálico en Lerma que había cerrado en 1994, y abrió una planta de polipropileno en Zacapu y una planta de PET en Querétaro.

Eduard Muñoz un México-norteamericano nacido en Texas encabezo una completa re-Ingeniería en la alta dirección dándole un enfoque de mayor atención a lo que requerían los mercados y haciendo una mayor sinergia con los directores de operación quienes actuaban de forma independiente. Se hicieron cosas diferentes, una sacudida a los mandos gerenciales incluyendo a creación de nuevas direcciones que recibirían incentivos de acuerdo a la productividad de sus respectivas

áreas. CelMex tenía en ese entonces 49 plantas agrupadas en ocho complejos industriales.

Hoechst era dueña del 51% de Celanese mexicana in 1998, cuando compro las participaciones accionarias de dos líderes emprendedores Mexicanos Isaac Saba y Carlos Slim quienes tenían el 30 y 17 por ciento respectivamente el resto un 2% se compró a través de La Bolsa Mexicana de valores.

Con esto Celanese Mexicana formo un paquete con sus negocios de Poliéster fibras y resina vendiéndolas a Isaac Saba y a una firma Norteamericana Koch Industries Inc. La división química la cual consistía en la producción de ácidos, solventes películas y plastificantes se convirtió en una subsidiaria de Celanese AG nueva compañía publica retenida por Hoechst en 1999.

A partir de ese entonces con la parte de fibras y resina PET surgió una nueva empresa llamada KoSa Inc. que de 1998 a 2004 mantuvo sus operaciones en Ocotlán, Zacapu, Toluca y Querétaro en México y dos plantas más en USA. Para 2001 con la caída de las torres del WTC de NY, se precipitó la unificación de un solo dueño y Koch Industries se quedó con toda la operación, para 2004 la otrora gigante de las fibras Dupont también decide deshacerse de sus activos dedicados a la producción de fibras y crea con ellos una compañía llamada Invista la cual pasa a formar parte del grupo Koch y se fusiona con KoSa quedando como Invista incorporando en México la planta de Nylon y Lycra de Monterrey y diversas plantas en USA.

Durante esta fusión la política de Koch fue reducir el tamaño de la empresa y dejar solo los negocios o plantas con mejor productividad y utilidades para ese entonces en México se decide cerrar Toluca y la operación de Poliéster de Ocotlán y Querétaro quedando solo el sitio Querétaro con la operación de Fibra Corta Poliéster, Resina PET y Fibras

industriales de poliéster y Nylon. A partir de 1994 el nombre comercial de la empresa cambia a INVISTA.

De 2004 a 2011 se consolida mayormente el negocio de resina PET y la decisión de deshacerse de los negocios de fibras fue haciéndose más fuerte de tal suerte que en 2007 toma la decisión de vender la operación de fibras industriales de cuerda para llanta a la empresa Performance fibers y la comercialización de la fibra corta se le cede a Akra Poliéster empresa subsidiaria del grupo Alfa, aunque se mantiene la operación a cargo de Invista, todo el mercadeo y ventas corre a cargo de Akra. De esta manera el modelo de negocio de Koch Industries sigue siendo la venta de activos que no consideran prioritarios, en 2011 los activos de Poliéster son vendidos a una empresa con capital mayormente Indio con oficinas corporativas en Bangkok, Tailandia. De tal suerte que la planta de Querétaro forma parte desde ese entonces de la compañía Indorama Ventures LTD.

**III. Como antecedente importante me gustaría hacer una descripción de los procesos y usos de la fibra corta poliéster fundamentalmente por ser la actividad preponderante en mi carrera profesional en esta compañía.**

Durante miles de años la humanidad ha desarrollado diferentes técnicas para elaborar la vestimenta que ha ayudado a protegerse de los diferentes climas más adversos, la piel de animales de pelo largo fueron las primeras técnicas que sirvieron para esto, pero al dejar de ser nómadas y dedicarse a la agricultura y ganadería, se desarrolló el uso de fibras de origen animal y vegetal. Esto también desarrollo técnicas para poder hilar las fibras como la lana de los borregos, la alpaca y en esa época también se empezó a usar fibras de origen vegetal como el lino y el algodón este último fue la primera fibra corta usada para ser hilada.

Los procesos de hilatura se desarrollaron a partir de la invención de la rueca y ya en la época de la revolución industrial se fueron creando equipo capaz de elaborar cantidades de hilo que después se transformarían en telas con las que confeccionaban los vestidos que para la creciente población de las ciudades.

Con el crecimiento poblacional las fibras naturales no eran suficientes para soportar las necesidades crecientes del vestido y como ya lo mencioné anteriormente se desarrollaron las fibras sintéticas, una de ellas y la de mayor crecimiento hasta hoy es precisamente el poliéster y la fibra corta por su gran versatilidad es la que más se produce actualmente. Pero para poder ser usada en hilatura, se requiere procesar en equipo que originalmente era usado para algodón este se ha ido adaptando para procesar el poliéster desde una mezcla con algodón de 30 % hasta procesarse al 100% para diferentes usos textiles como camisas, ropa deportiva, hilo para ropa de cama y un sinnúmero de aplicaciones que cada día se ha ido incrementando con el desarrollo de nuevas aplicaciones y desarrollo de diferentes tipos de fibra.

Para procesar la fibra corta poliéster se han desarrollado por más de 50 años, siendo principalmente 3 tipos de proceso que en muchas ocasiones se combina con algodón u otras fibras naturales o sintéticas, en la figura siguiente se tiene un diagrama simplificado de flujo de los procesos que finalmente una vez formado el hilo se manda a tejido donde se forma la tela correspondiente y de ahí se mandan a los diferentes mercados textiles para su destino final.

**Proceso de hilatura de poliéster**  
**Fibra Corta.**

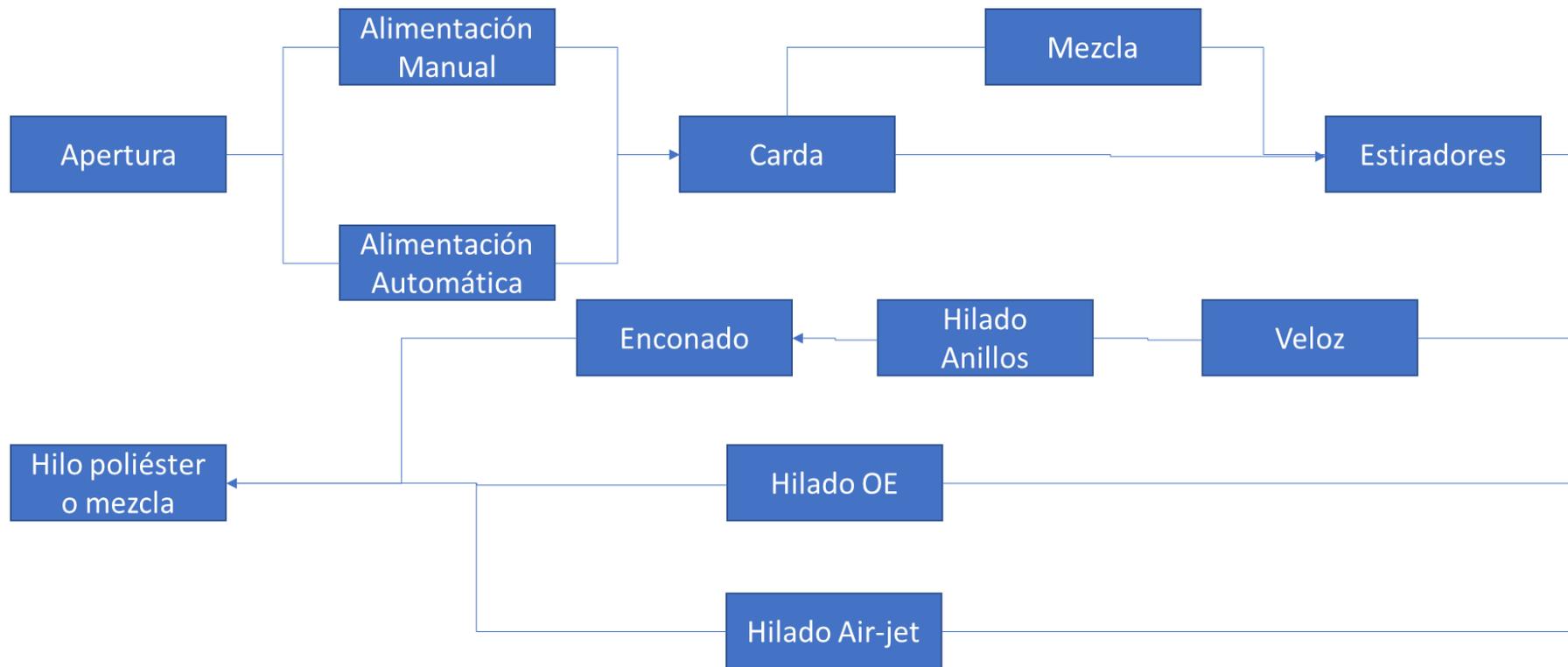


Fig. 1 Proceso Hilatura

Existen otras aplicaciones de la fibra corta poliéster que en los últimos años ha crecido considerablemente, son los procesos no tejido y de relleno, estos procesos, aunque no tienen muchos subprocesos son de alta especialización ya que tienen diferentes y diversas aplicaciones donde hay mucha competencia. Las principales son:

- **Liners como soporte de prendas de vestir.**
- **Filtros para diversas aplicaciones.**
- **Fibra de relleno para juguetes de peluche.**
- **También tapetes y alfombras para la industria automotriz.**
- **Preformados para la industria automotriz.**
- **pañales y ropa hospitalaria.**

### III. DESARROLLO LABORAL

#### i. Organización empresarial.

En esa época las organizaciones de las grandes compañías eran completamente piramidales con una cabeza bien marcada y de ahí hacia abajo se desarrollaban organizaciones igual de piramidales en cada una de las áreas funcionales, la inclusión de nuevos elementos se daba iniciando en la base de la pirámide y ahí en adelante se requería trabajar y capacitarse para desarrollar el talento en el área que se escogiera o se tenía la oportunidad para laborar. Esto se representa en la Figura 1, la cual es un ejemplo de cómo estaba la organización en ese tiempo.

Celanese Mexicana S. A., era considerada como una de las más importantes empresas de la Industria Química en México, dividida en dos divisiones principales; la división Química y la división Fibras.

La División Fibras en donde me inicié, contaba con diferentes plantas en todo el país, las instalaciones estaban en Ocotlán, Jalisco. Zacapu, Michoacán. Rio Bravo, Tamaulipas. Querétaro, Qro. y Toluca,

Estado de México. En esta última localidad fue donde ingrese el 1 de julio de 1979.

La primera etapa laboral fué como ingeniero en entrenamiento periodo que generalmente duraba 3 meses se rolaba temporalmente por diferentes áreas operativas y/o administrativas para ubicar dependiendo de las características y habilidades de los que iniciábamos en el área donde se podría desarrollar más el potencial.

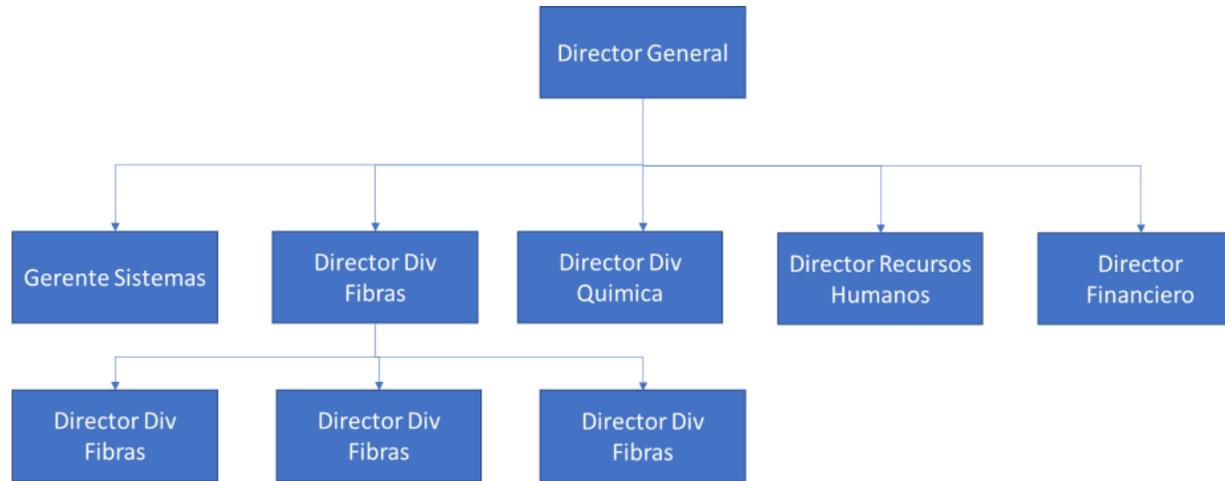
Después de evaluaciones mensuales si se demostraba el talento suficiente se establecía un contrato permanente, se asignaba un puesto o se definía un área que en algún futuro cercano requeriría de una persona para sustituir algún hueco que se formara por la expansión de ese momento en la compañía.

Celanese Mexicana fue una de las mejores empresas desarrolladoras de líderes empresariales de México, fundamentado principalmente en la capacitación activa y la exposición a procesos de producción, técnico o de ingeniería en los cuales el Ingeniero se desarrollaba aprendiendo y adaptando sus habilidades al logro de resultados que eran la principal evaluación de su actuación anual.

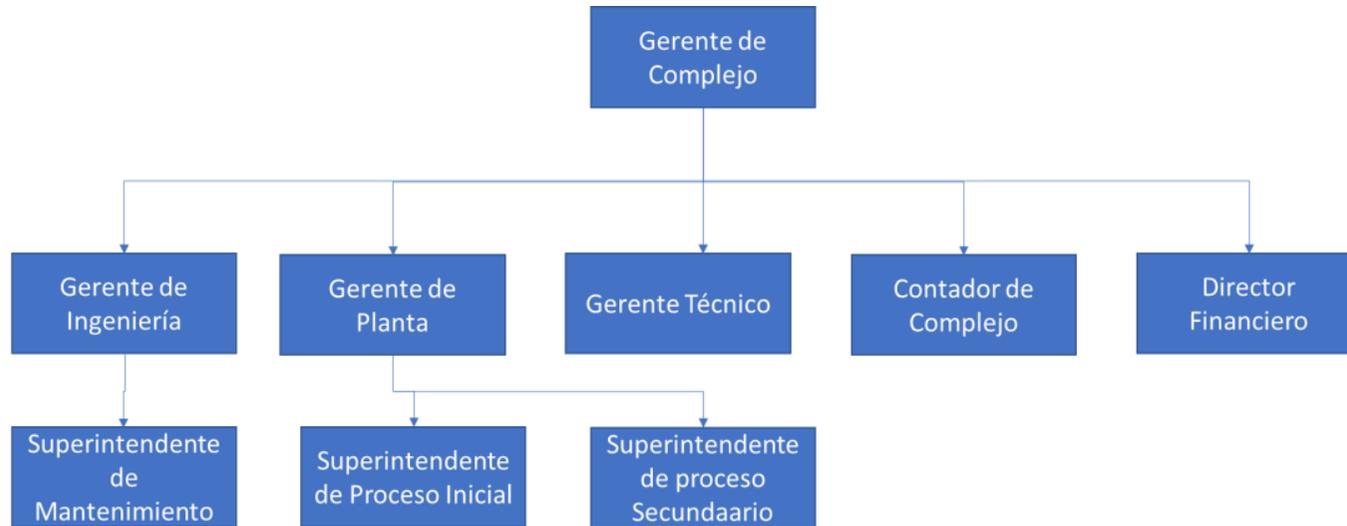
Una vez terminado el periodo de prueba y capacitación elemental en los procesos se ubicaba al ingeniero dependiendo de las evaluaciones tanto prácticas como teóricas, en el área que mejor se podría desempeñar ya fuera producción, técnico o en ese momento se iniciaba a crear una tercera área para el Ingeniero Químico que fue la de EHS (Ecología, Higiene y Seguridad) la cual hasta la fecha es uno de los principales si no el más importante valor de la empresa. El Ingeniero en "entrenamiento" pasaba a ser un Ingeniero "C" o un supervisor de producción siendo jerárquicamente categorías similares, aunque el enfoque y desarrollo eran completamente diferentes.

La organización de la empresa supo identificar plenamente las habilidades de liderazgo de la mayoría de sus ingenieros nuevos, en ese momento la capacitación se dirigía precisamente a encontrar y pulir esas habilidades identificadas en su personal de nuevo ingreso, también se identificaba con cierta certeza aquellos que por sus conocimientos o perfiles no encajaban en la organización, en el caso de la época que yo inicie mis servicios en la empresa, la selección previa ayudo mucho a que el porcentaje de los que finalmente se quedaban era bastante alto arriba del 80%.

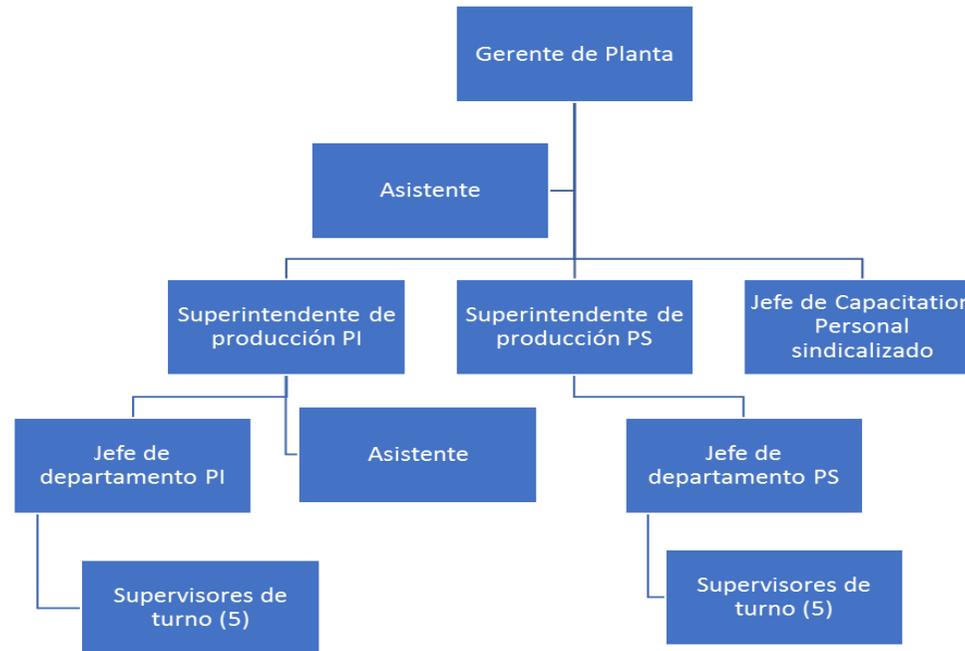
En ese entonces existía una organización típica en CelMex tanto en el corporativo como en las plantas esa se basaba en tres pilares fundamentales Operación (producción y mantenimiento), técnico (tecnología desarrollos, calidad e investigación) y EHS, así como las áreas de Ventas y logística, financieras y mercadotecnia. Las figuras 1, 2, 3 y 4, muestran los organigramas típicos de aquella época.



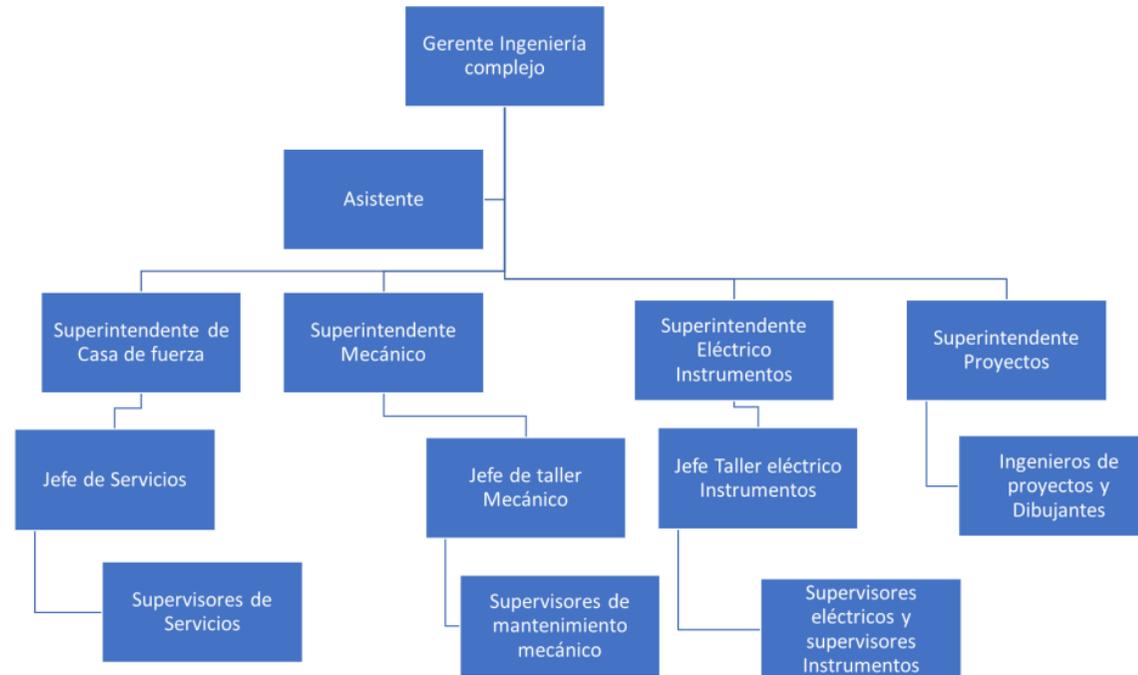
**Fig. 2 Organización Corporativa**



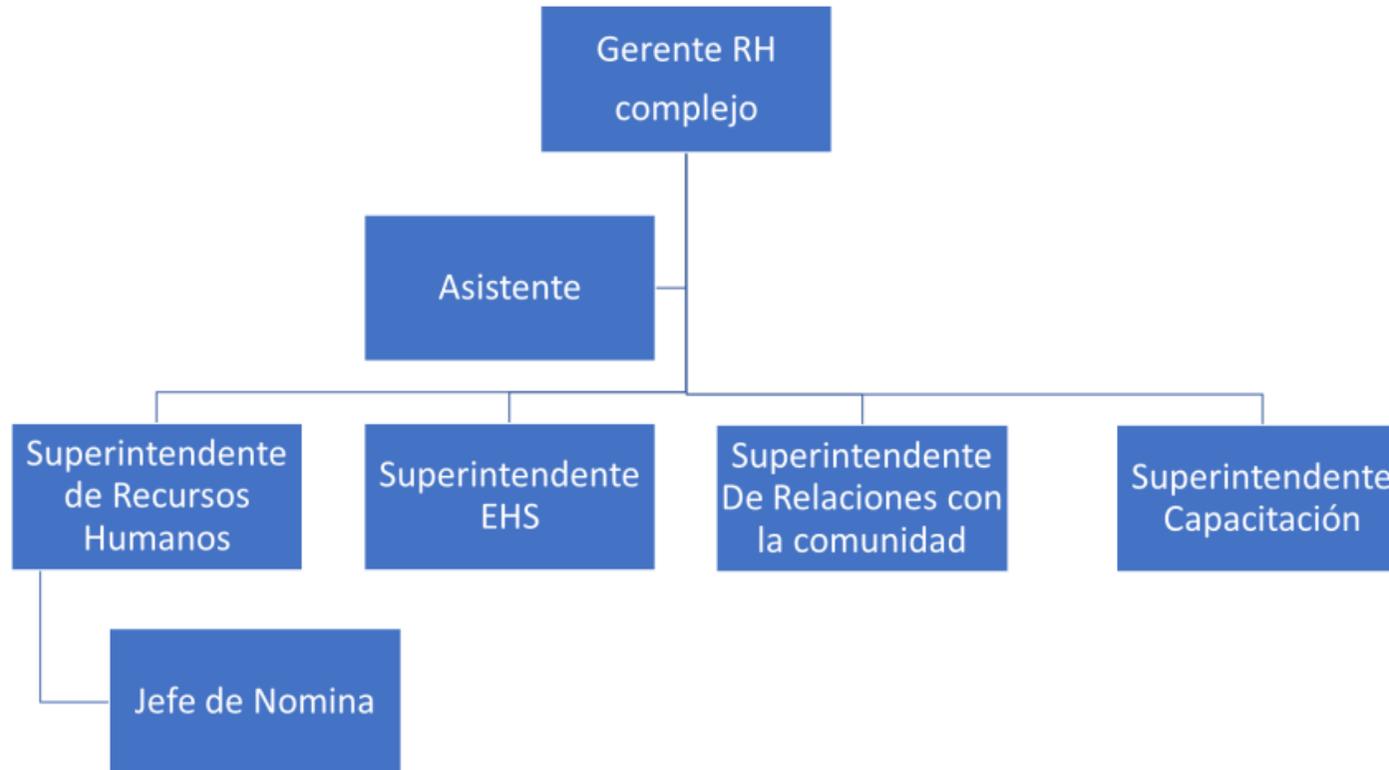
**Fig. 3 Organización en el sitio (Complejo)**



**Fig. 4 Organización Operación Planta**



**Fig. 5 Organización de Ingeniería**



**Fig. 6 Organización de Recursos Humanos**



Desarrollo del Ingeniero Químico en la empresa.

### **Primera Etapa de 1979 a 1980.**

Una vez concluida la etapa de ubicación cuando se obtenía el contrato definitivo en la empresa, cada nuevo miembro en la organización era responsable de mantener un aprendizaje continuo de la parte técnica del proceso y el manejo gerencial esto se llevaba a cabo ya fuera en aula mediante cursos internos o externos para formar en los nuevos miembros de la empresa, las habilidades de liderazgo que marcaron el crecimiento en la formación profesional y que en esa época la empresa requería para la expansión que en la década de los 80's.

En mi etapa de aprendizaje durante mi estancia en la planta de poliéster Fibra Corta Toluca, durante 6 meses estuve en plan de capacitación de la operación de fibra corta ya con una meta de pasar a formar parte del proyecto de expansión en el complejo Querétaro.

Esta primera parte del aprendizaje fue enfocado a conocer el manejo de la parte operativa o sea lo que se llamaba el área de producción en proceso secundario. En esta área es donde se le dan las propiedades físicas a la fibra, el puesto de esta etapa fue de ingeniero en entrenamiento asignado a operación de estirado fibra corta, la principal tarea fue entender el proceso, ubicar las variables que más impactan en las características del producto final de este producto.

Para desarrollar el conocimiento en el proceso, la interacción con los operadores de experiencia y cuyos conocimientos prácticos te llevan la ventaja para entender cada una de las asignaciones y rutinas que se llevan en la operación es fundamental.

Muy importante destacar que el promedio de antigüedad de los operadores en esa época era de más de 20 años, esto demostraba el arraigo que se tenía en la empresa a pesar de rolar turnos el índice de

rotación eran de los más bajos de la zona Industrial de Toluca, a través de los años Celanese mexicana siempre se mantuvo como una de las empresas preferidas para trabajar en el área hasta el momento del cierre de la misma que ocurrió en 2003.

Desde el punto de vista de la carrera de Ingeniero Químico, el proceso de fabricación de la fibra poliéster contiene muchas de las materias que se llevan dentro del plan de estudios en la universidad. Fenómenos de transporte, Transferencias de energía, movimiento y materia son muy comunes en el proceso de esterificación, polimerización, extrusión e hilado de la fibra.

Para entender el proceso de fabricación de poliéster vamos a ver como se realiza y de donde viene este producto.

## ii. Proceso de Fabricación del polímero de PET.

La fabricación del polímero de PET

Proceso Inicial

Iniciemos con las materias primas principales que inician con la petroquímica primaria del cracking del petróleo se extraen tanto los xilenos como los etilenos que son la base para producir Acido Tereftálico (TPA) y Mono etilenglicol (MEG), estos dos productos se mezclan y en condiciones de temperatura y presión se esterifican dando como resultado la obtención de un éster que será la base del polímero a esta unidad monomérica se le llama bi-hidroxietiltereftalato.

Una vez que se expone a condiciones de temperatura, presión y vacío y con la ayuda de un catalizador se lleva a cabo la polimerización formando el PET o Polietilen Tereftalato el cual será expuesto a la

solidificación del polímero y usarlo a su vez como fibra o resina según sea el uso final.

En los procesos que se dedican a la fibra el polímero primeramente se pasa a un proceso de hilado y dependiendo de su uso final, en esta etapa se distingue el proceso para fibra corta y para filamento.

La figura siguiente explica la reacción de esterificación y polimerización.

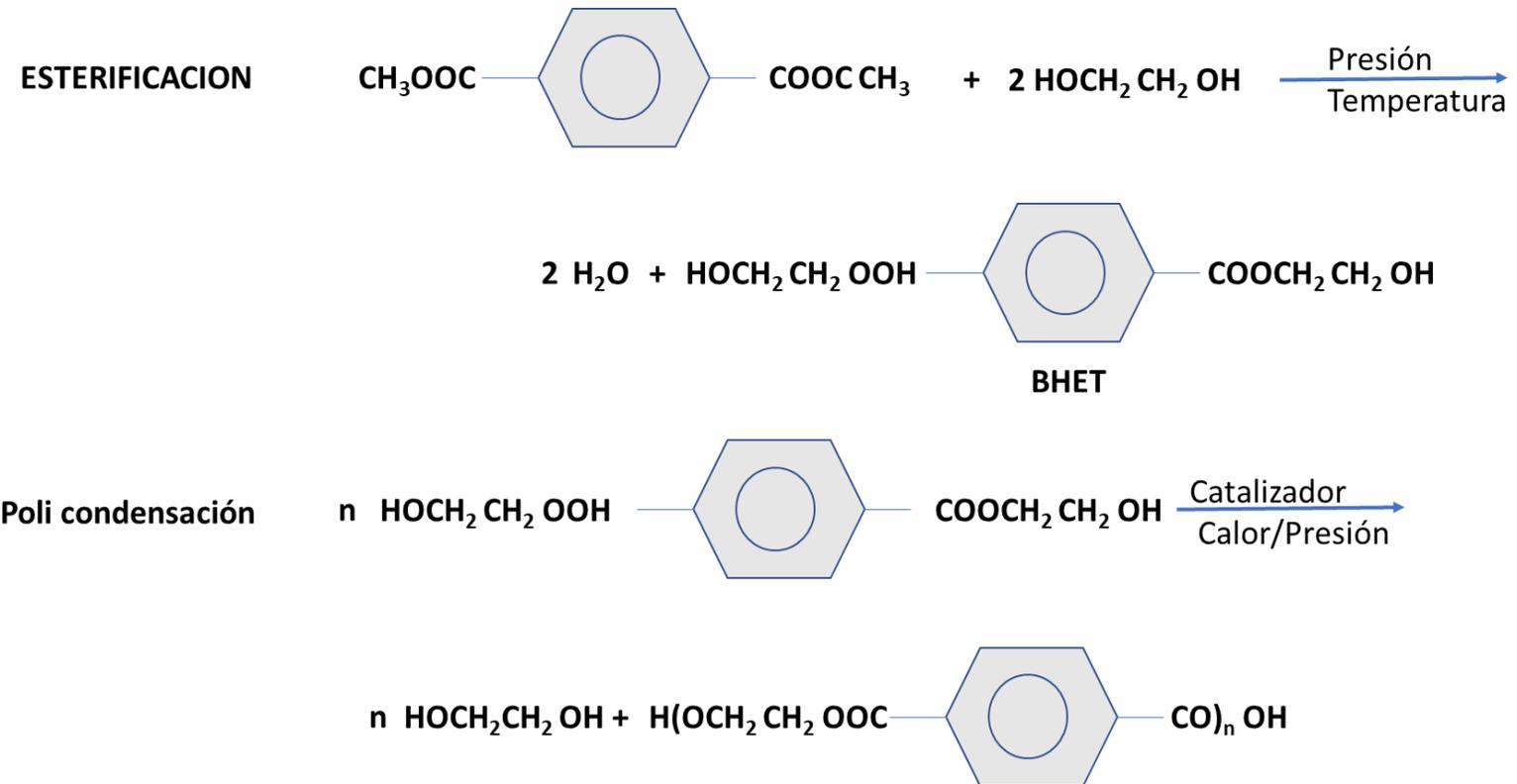


Figura 7

Esta reacción química ocurre en dos reactores de esterificación donde mediante el control de temperatura, presión y tiempo de residencia, se logra hacer que el ácido y el alcohol la cuales son materias primas principales, reaccionen formando el éster que a su vez se convertirá en polímero transformándose posteriormente para el caso de fibra en filamento continuo el cual mediante un proceso físico de estiramiento y acondicionamiento térmico será la fibra que servirá en los subsiguientes procesos como base de los productos finales que llegaran a los diferentes mercados ya sea como filamentos o fibras cortas.

El mercado de fibra corta tiene diferentes usos los más comunes son los textiles ya sea para ropa (Apparel) o para telas más pesadas que se usan para ropa de casa o alfombras. También la parte de no tejidos que en los últimos años ha tenido un crecimiento muy importante en donde destacan las aplicaciones más industriales como tapetes, molduras para automóviles, rellenos de diferentes tipos hasta aplicaciones geotextiles que han cambiado el panorama mundial.

Este polímero cuyo nombre químico es polietilen-tereftalato con alguna modificación usando ácido Isoftalico es también la base para fabricar otros productos completamente diferentes que al igual han modificado el comportamiento humano como son los envases, empaques para alimentos, comúnmente conocido como PET. También se fabrican película que han sido la base de laminados o para usos de video.

A continuación, mediante los diagramas de proceso correspondientes se explica el proceso de polimerización del poliéster, La polimerización que es el proceso químico base del PET, los procesos de resina, los procesos de hilatura o formación del filamento, los diferentes procesos que a partir de ahí irán a diferentes usos finales:

Filamento poliéster, Filamento Industrial y Fibra Corta.

## Proceso Polimerización Continua De Poliéster

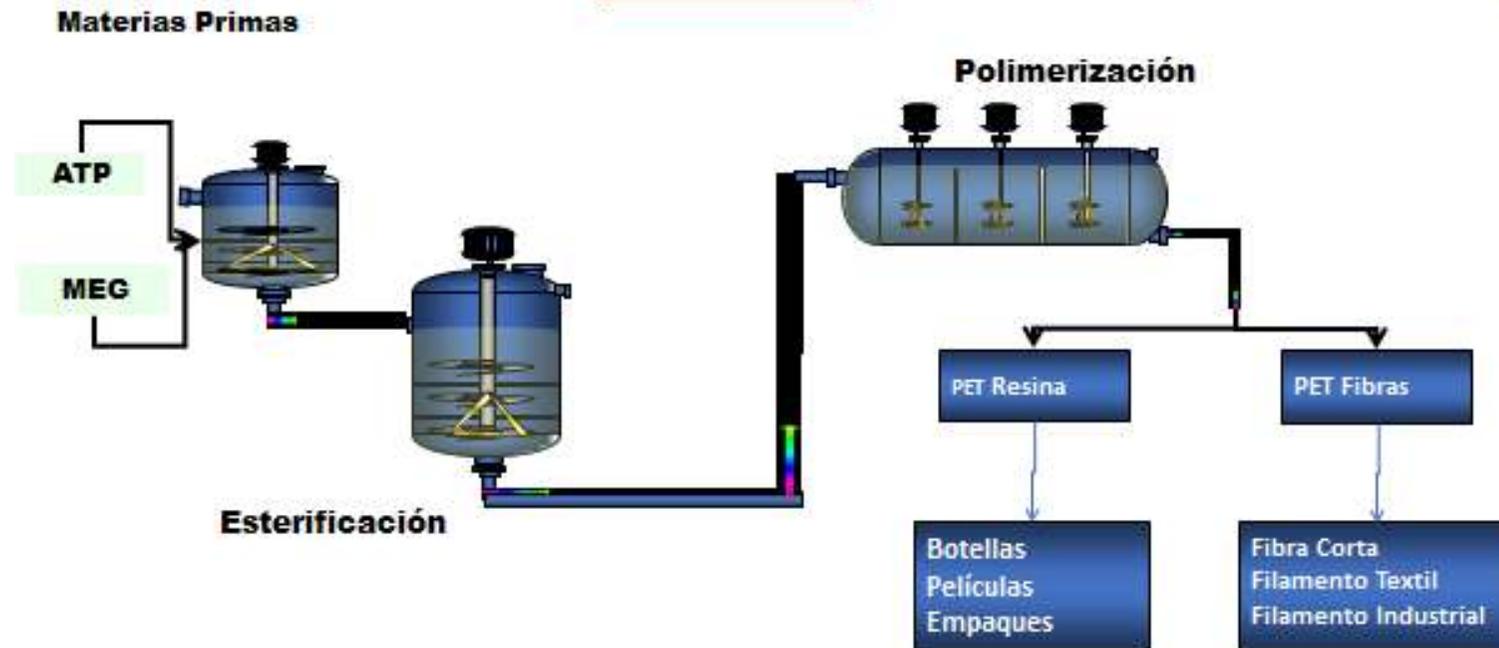


Fig. 8



### iii. Procesos y Usos finales del Polímero de PET.

#### a). Proceso de resina

Existe una gran diferencia en el proceso de polimerización para obtener la resina que se utiliza para las botellas y empaques, esta diferencia básicamente es adicionar un elemento modificador de las propiedades plásticas del polímero la cual se aprovecha para poder usarse en las líneas de soplado que producen las botellas de las diferentes industrias refresqueras o de botellas de agua que son los de mayor volumen de utilización.

La modificación de la formula química ocurre al agregar un cierto porcentaje en peso de un componente muy parecido al ácido Tereftalico y que es el ácido Isoftalico, compuesto isómero que se obtiene de la oxidación del Meta-xileno y ayuda a modificar principalmente el punto de fusión del PET esencial para la fabricación de las botellas en las máquinas de soplado y moldeado. Puesto que el proceso de resina para botella requiere de un polímero con una alta viscosidad para poder lograr este valor se requiere un proceso adicional que es la polimerización en fase solida Solid Phase Polymerization SSP (por sus siglas en inglés), proceso que ahorra tiempo de residencia y equipo de grandes dimensiones por el volumen que se maneja en la producción de la resina. Los procesos de PET para botella oscilan entre 100,000 y 300, 000 t/a, existiendo algunos de más de 500,000 t/a.

La siguiente figura representa el proceso de resina para PET que se utiliza para el envase de diferentes productos líquidos, principalmente en productos carbonatados (refrescos y agua mineral) además de agua potable ya sea en garrafas de diferentes tamaños como en botellas para el uso cotidiano.

### Proceso de resina para envase

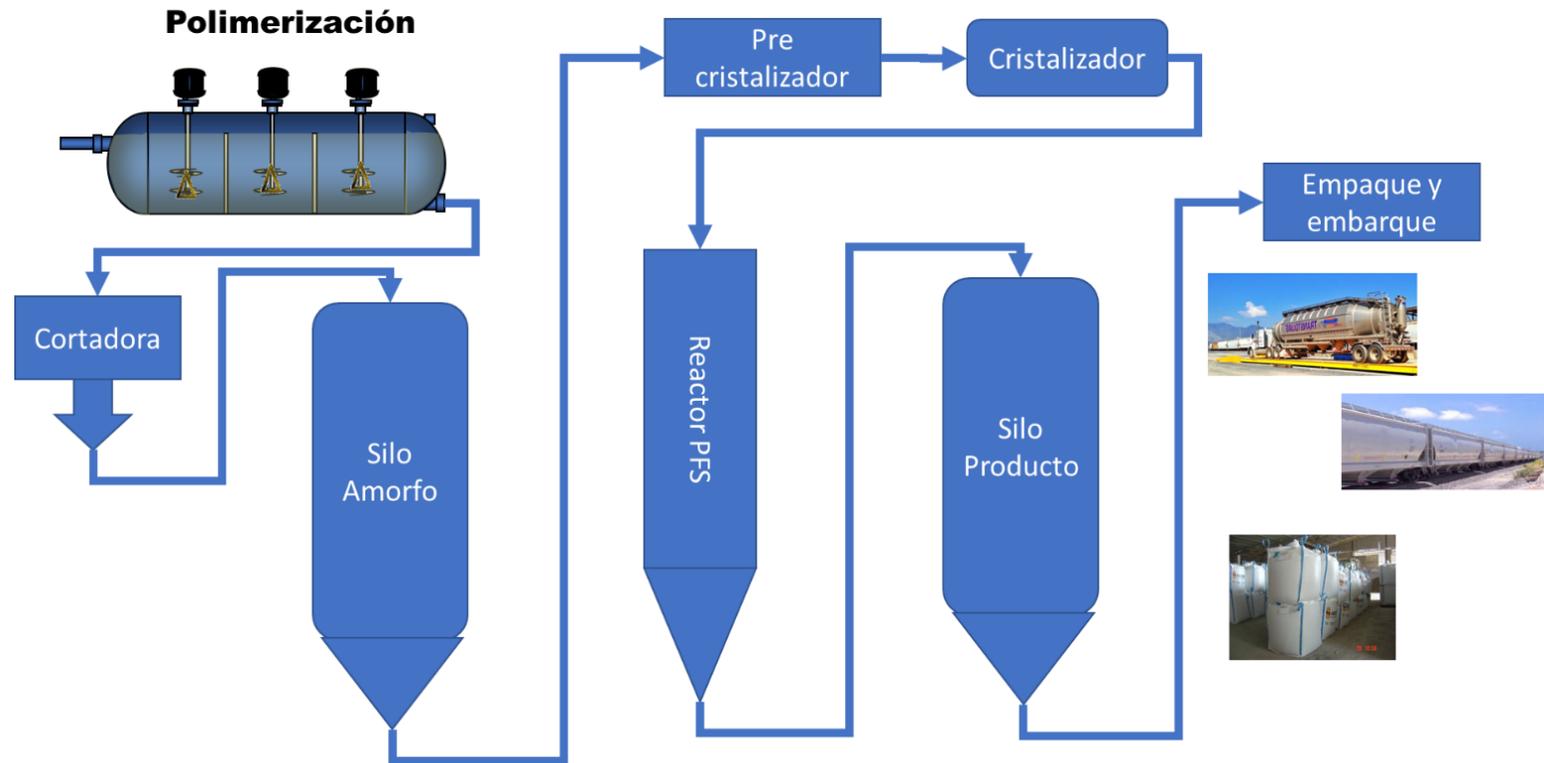


Fig 9

Una vez que la resina se envía a clientes estos mediante el proceso de moldeado y posterior soplado hacen la botella respectiva dependiendo del uso final y tamaño. El tamaño puede ser desde una botella pequeña para capsulas medicinales hasta botellón de 20 l. para agua potable, el número de aplicaciones de esta resina es muy extenso.

En la figura siguiente se muestra el proceso para la fabricación de las botellas de PET.

## Proceso de fabricaion de botellas de PET

### Polimerización

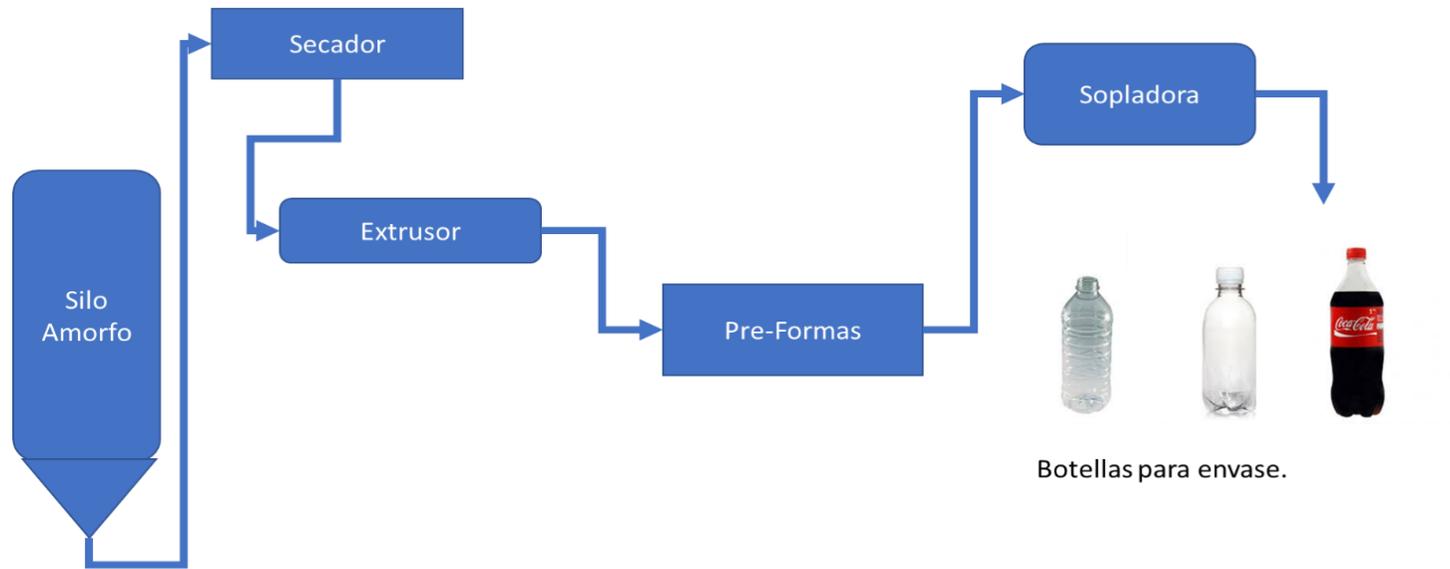


Fig. 10

b). Proceso de Fibras.

El PET para fibras también tiene un sin número de aplicaciones, destacando principalmente dos procesos el de las fibras cortas y el de los filamentos continuo.

La fibra fue la primera aplicación que se le dio al PET siendo también la principal razón de su desarrollo, en 1941 por Whinfield y Dickson en los laboratorios de Calico Printers Association, en el Reino Unido. Esto resultó en una patente dominante la cual expiró hasta principios de los 60's. Dupond adquirió la patente para Estados Unidos, en 1948 e Imperial Chemical Industries, Ltd. de Inglaterra obtuvo la misma patente para el resto del mundo.

Tiempo atrás, Carothers y Hill, como un parte de los trabajos clásicos de Carothers en los primeros años de los 30's habían producido Poliéster alifático en forma de fibra, pero estos productos tenían un muy bajo punto de fusión lo que no permitió usarlos comercialmente. Otras combinaciones de poliésteres alifáticos y aromáticos han sido investigadas de manera extensa. Más recientemente la totalidad de los poliésteres aromáticos y alifáticos con propiedades de alta resistencia y alto modulo, han recibido una amplia atención.

Las fibras de poliéster se convirtieron comerciales en EUA en 1953. La producción mundial y en EUA se expandieron enormemente en los 60' y 70's, a partir de 1960 la producción mundial creció dramáticamente con un índice de 8.6 millones de toneladas anualmente. Hoy sin embargo este índice ha decaído un poco sin embargo continua como la fibra de mayor crecimiento a nivel mundial. Esta tendencia se mantendrá en crecimiento puesto que en los países en desarrollo impulsaran la futura demanda de esta fibra poliéster. El gran desarrollo de esta fibra se atribuye principalmente a la gran versatilidad del poliéster y a su importancia en

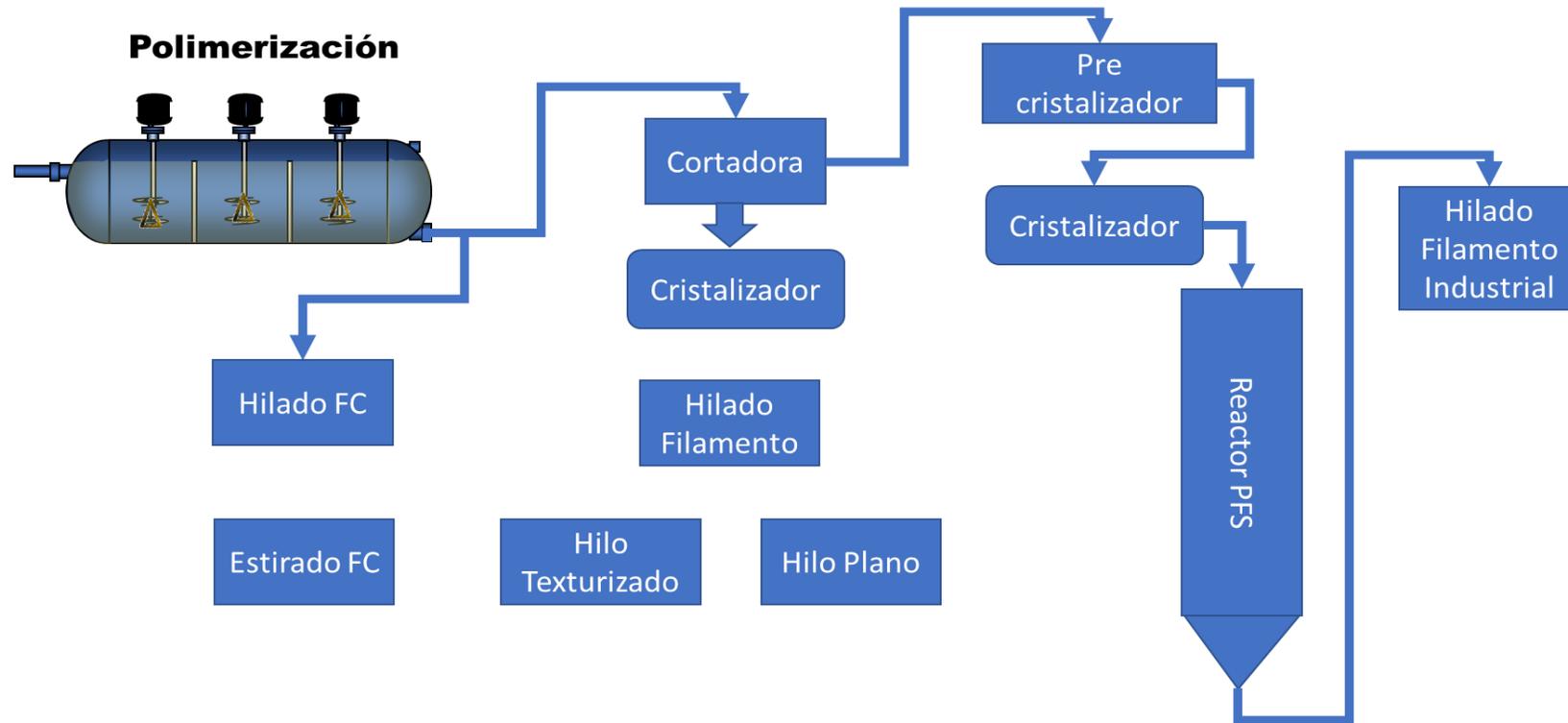
la economía mundial. El uso extendido de las mezclas únicamente con poliéster de fibra corta con algodón en las telas con "planchado permanente". En los inicios de 1970 el filamento textil para el vestido creció rápidamente además de que el poliéster se convirtió en la fibra dominante para el refuerzo de las llantas en los EUA. Otras áreas como el uso de fibra para relleno o no tejidos continúan desarrollándose y en crecimiento.

El poliéster es termoplástico puede selectivamente modificarse desde los procesos básicos de polimerización, formación de fibra y fabricación, lo cual permite la manufactura de un rango extenso de productos de fibra para los diferentes mercados textiles y del vestido, hogar y muebles, cuerdas para llantas e hilos industriales y alfombras. Alta resistencia, alto módulo, bajo encogimiento, resistencia al calor, a la luz, y a los químicos, cuentan en la gran versatilidad del PET.

De acuerdo a la aplicación final de la fibra poliéster se han desarrollado dos procesos para formar la fibra, uno para fabricar filamento continuo y otro para la fibra corta, estos procesos se manejan de manera similar en la formación del filamento sin embargo la gran diferencia es que en los procesos de filamento continuo este se produce en módulos individuales en los cuales se da tratamiento para fabricar paquetes de hilo con las características adecuadas para el uso en procesos diferentes dependiendo del uso final.

En la figura siguiente se muestra como son los procesos de fabricación de Fibra Corta y las dos aplicaciones para filamentos. Destaca el proceso para filamento industrial cuyo principal mercado es la fabricación de cuerda para llanta que requiere un polímero de alta viscosidad por eso es necesario un paso intermedio antes de la extrusión, y esto se lleva a cabo mediante un proceso de post-polimerización en fase sólida.

### Proceso de fibra Poliéster



Fic 11

Echemos un vistazo a la formación de la fibra; la cual proviene de un reactor de polimerización el cual se encuentra a una temperatura superior a los 280°C inicia con la formación del filamento que consiste en solidificar el polímero líquido, este fenómeno conocido como hilado se logra a través de la aplicación de aire de enfriamiento que a temperatura controlada y un flujo determinado por el flujo másico de polímero esta forma el filamento cuyo grosor medido como denier se le da con la relación de la velocidad de extrusión a través de los orificios de la hilera con la velocidad de los rodillos de la hilatura. En el caso de los filamentos se hace con posiciones individuales, pero para fibra Corta se hace juntando las posiciones en un solo cable que se maneja con un sistema de rodillos comunes. Las figuras siguientes explican de manera gráfica estos procesos.

Una vez que se hace la hilatura los procesos tiene un tratamiento diferente en los procesos subsecuentes, para el caso de esta tesina se hace énfasis en los procesos de Fibra Corta que es donde más se desarrolló mi trabajo profesional.

## Procesos de fabricación de filamento poliéster

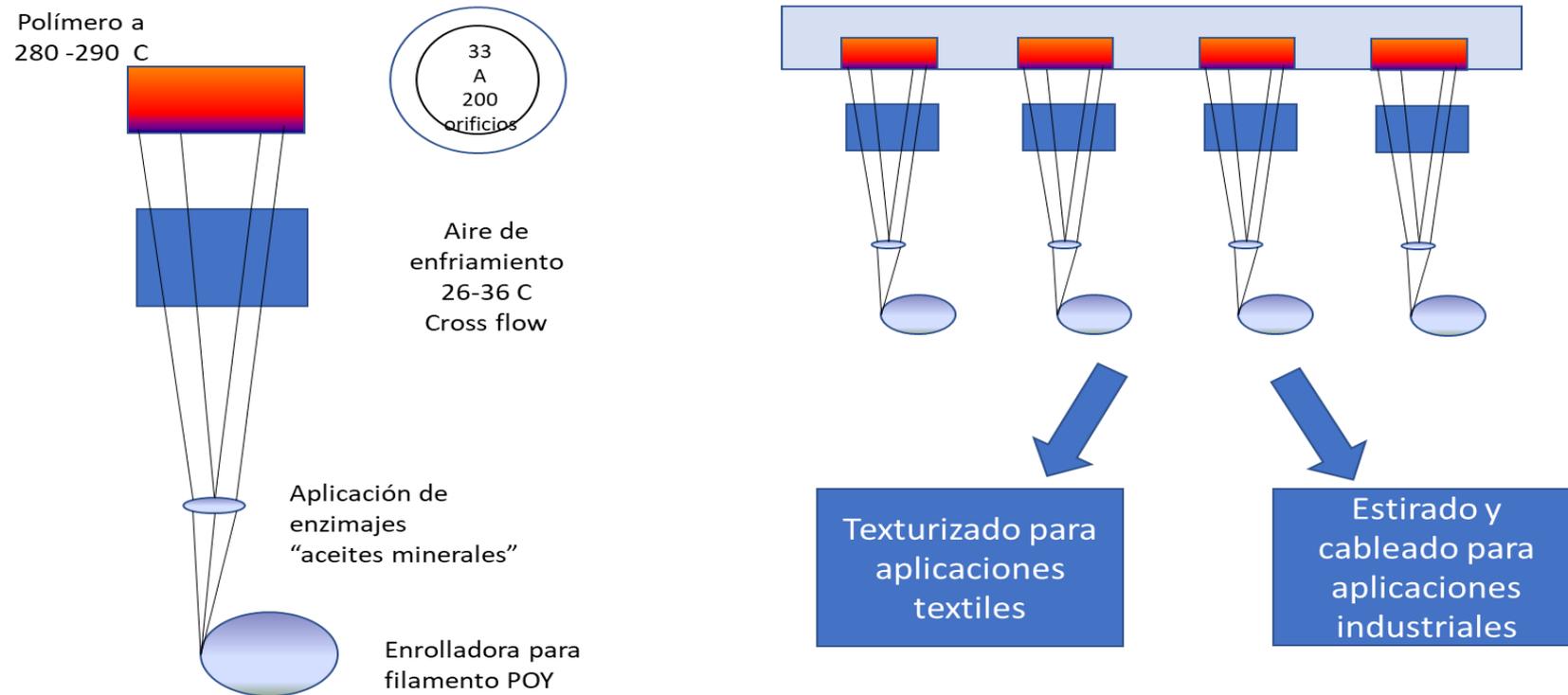
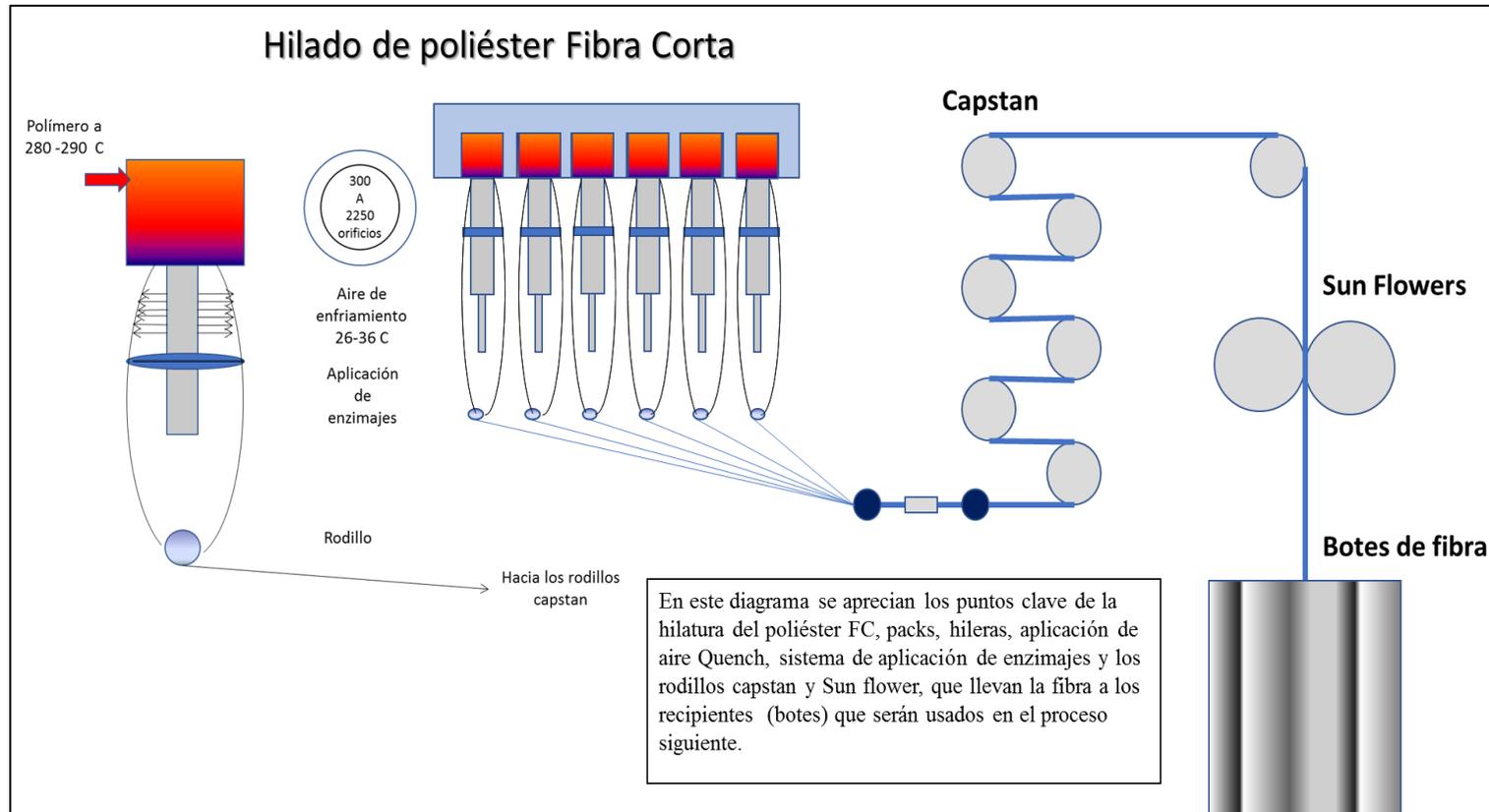


Fig 12

iv. Poliéster Fibra corta fabricación y usos finales.



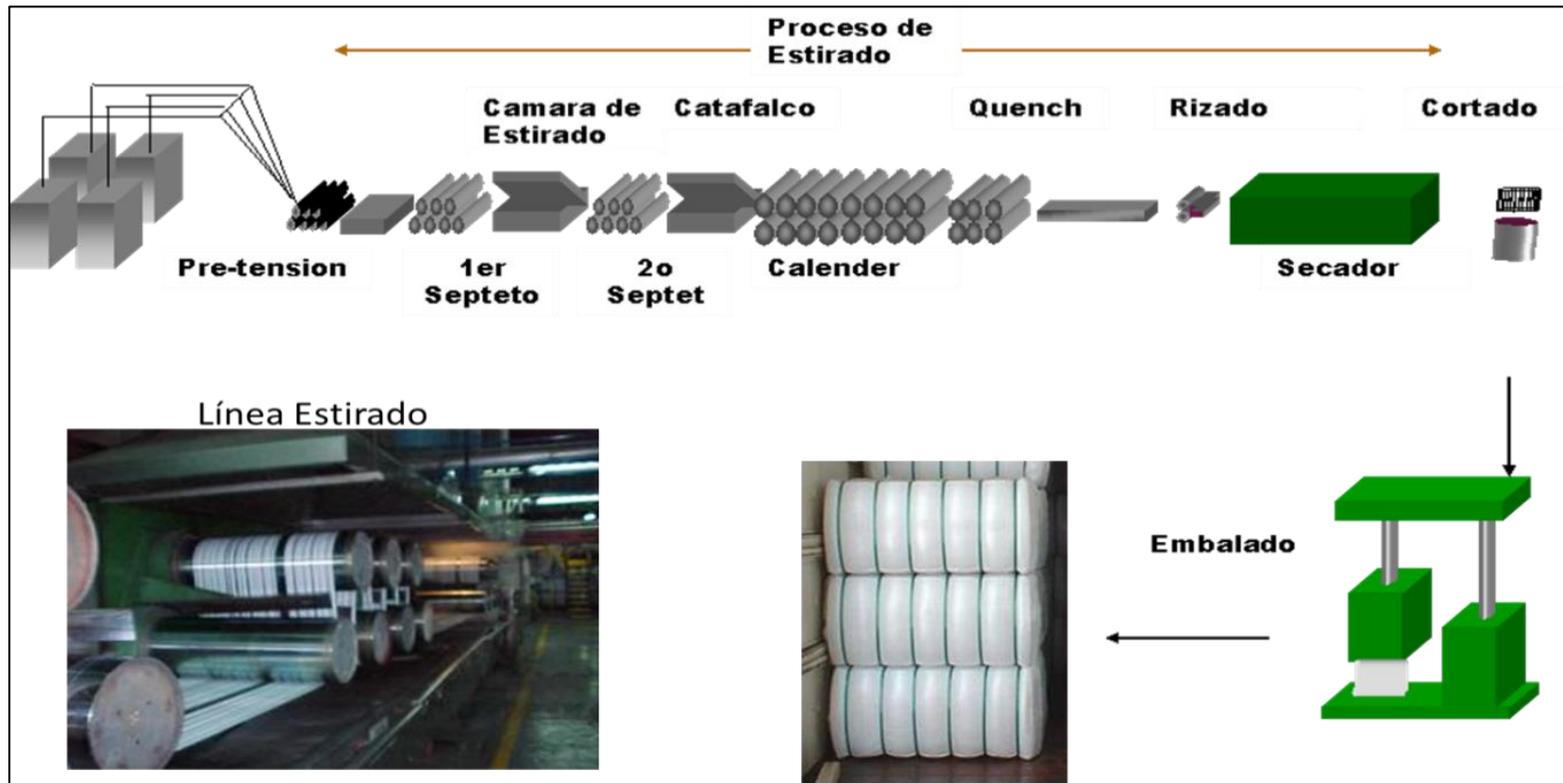
**Fig 13**

**Proceso Secundario de Fibra Corta.**

Una vez formado el hilo este tiene que ser procesado en los siguientes pasos para poder darle las características que requiere los siguientes procesos de lo clientes, estos procesos son básicamente estirado, termo-fijado, rizado, secado, cortado y embalado. Con estos procesos se logra darle al poliéster fibra Corta las propiedades que hacen que este producto sea un elemento ideal para mezclarse con otras fibras cortas naturales o sintéticas que se puedan manejar para hilatura y posteriormente sean tejidas formando telas estas otras fibras son: algodón, lana, viscosa y acrílico.

En años recientes también se ha desarrollado procesos de hilatura 100% poliéster que con los nuevos procesos de acabado de tela son muy apreciados en los mercados de telas de alto desgaste y que no requieren la comodidad que da el algodón o la viscosa. Otro mercado muy desarrollado en los últimos 20 años es el de aplicaciones de "Fiber Fill" (Relleno), y no tejidos para la fabricación entre otros de filtros y Geo Textiles.

La figura siguiente se pueden observar los procesos que donde una vez se logra la solidificación del polímero y se convierte en filamento, se procede a estirar, termofijar, rizar, secar y cortar para obtener la fibra corta de Poliéster.



Proceso secundario donde se estira, termo fija, riza y corta.

Fig 14

Todo este proceso fue la base de mi experiencia, aprendizaje y posterior aplicación de conocimientos que ayudo a que mi carrera se desarrollara al punto de llegar a ser el gerente de la planta donde inicie y logré hacer que se reconociera dentro de la empresa a nivel internacional como una de la mejores plantas por su calidad y productividad, a pesar de no ser de las de mayor capacidad dentro del mundo de Celanese, Hoechst-Celanese, KoSa y hasta donde llegó el momento de cierre en el periodo de Invista en el 2003.

### **Periodos clave dentro de la empresa dentro de la empresa**

De Julio 1979 a marzo de 1980, estuve como Ingeniero en entrenamiento en la planta Toluca.

Abril 1980 a marzo de 1981 capacitación para la operación de los procesos químicos de esterificación y polimerización para el arranque y operación de la nueva planta de Fibra Corta, o sea el manejo de la esterificación y polimerización de poliéster.

De 1981 a 1983 tuve la oportunidad de trabajar como supervisor, Ingeniero de control de calidad e Ingeniero de asistencia a operaciones durante este tiempo fue muy fuerte el aprendizaje, ya que desde el arranque la problemática del nuevo proceso y operadores con poca o nula experiencia fue factor importante para que los resultados de este primer arranque no fueran los esperados y la administración de la compañía decidió parar su operación.

Esta experiencia estoy seguro nos ayudó a mí en primera persona y al grupo a mejorar en lo profesional y a humildemente aprender de los errores cometidos, claro está que el golpe fue muy duro, se despidieron a más de 100 personas que operaban directamente, algunos más fuimos reasignados a otras áreas operativas, incluyéndome en un grupo

encargado de recuperar la gran cantidad de desperdicio que se generó durante el arranque y que mediante procesos desarrollados internamente fue posible reprocesar parte de la fibra y de sólidos convirtiéndolo a material reciclable que se usó en los procesos de Toluca.

Pero esta experiencia sirvió al grupo y 8 meses después se nos dio la oportunidad de reiniciar el arranque y con la ayuda de tecnólogos americanos y de otras plantas de la compañía en México logramos volver a poner el proceso en forma, ya en esta ocasión los cambios de condiciones, algunas mejoras en equipo y la nueva dirección interna pudimos en un tiempo razonable estabilizar el proceso y tener ya productos que tenían una buena aceptación en el mercado.

**Con una experiencia como esta, me permito expresar un pensamiento que, aunque es muy conocido, siempre se aprende más durante las situaciones que no son favorables o fracasos que en los momentos favorables y que pueden considerarse como de triunfo, y lo más importante es que en ese tipo de lecciones te fortalezcas y vuelvas con una mejor preparación para enfrentar los retos que tendrás en el futuro.**

De 1982 a 1988 el aprendizaje continuó en todo momento teniendo diferentes puestos y responsabilidades cambiando el giro de mi trabajo de técnico a operación esto fue un cambio importante en mi carrera porque me pude dar cuenta que mucha de mi orientación profesional ya con la experiencia de conocer de manera bastante profunda la tecnología del proceso de fabricación, estaba en el liderazgo con la gente. Durante este periodo fui jefe de departamento de producción durante 2 años (periodo más largo ocupado por alguien desde el arranque), en el área del proceso secundario manejando 5 supervisores 2 de ellos Ingenieros, más de 50 operadores que en 3 turnos en ese momento producíamos 72

toneladas diarias que acumuladas al año representaban más de 24,000 toneladas.

A finales de 1984 con la expansión aprobada por la dirección de la empresa y necesidades del mercado en México, regrese al área técnica para participar en la revisión y posterior seguimiento al arranque del nuevo proceso que con una capacidad de 36,000 toneladas por año en 1986. Nuevamente este proceso de arranque presento oportunidades de aprendizaje, también de definiciones y acciones que se tomaron en grupo, fuimos resolviéndolos cada quien aportando sus conocimientos y experiencias para que el proceso fuera capaz de estabilizarse en tiempo record para esa época y otras experiencias en la compañía. Después del arranque a finales de 1987 fui ascendido a superintendente técnico de asistencia a operaciones y desarrollos puesto que en el cual me encargue del desarrollo de condiciones de mejora de los procesos desde la polimerización hasta la parte del proceso secundario y desarrollo de nuevos productos, con este puesto también empecé a conocer otra faceta en este negocio que fueron los procesos y usos finales de los productos que se elaboraban en la planta, se abrió la oportunidad de visitar y entender cuáles eran las características y rangos adecuados de las variable de producto y como afectaban estos los procesos de clientes.

De 1988 al año 2000, fui transferido al complejo Toluca donde ocupé varios puestos desde superintendente técnico de control de calidad en la planta de fibra corta poliéster hasta gerente de producción encargado de la parte de producción del sitio 3 plantas dos de poliéster y una de fibra de nylon para alta tenacidad enfocada al mercado de hilos industriales de cuerdas y llantas.

En la siguiente sección explico detalladamente mi trayectoria profesional.

#### v. Desarrollo profesional

Es importante resaltar el principal enfoque de esta tesina y como ayudó a que un Ingeniero Químico se desarrollara en la industria manufacturera de la fibra poliéster, en estos 39 años de recorrer desde integrarse a una compañía como Celanese Mexicana pionera en la preparación y apoyo al aprendizaje de su personal. Desde el inicio como Ingeniero en entrenamiento, siempre tuve accesos a una capacitación continua con cursos como Dirección Participativa, Análisis de problemas y toma de decisiones de Kepner & Trigo, Auditor de calidad ISO, Manejo de la tecnología, Control estadístico de proceso, Diplomado en alta Dirección por parte de la Universidad Iberoamericana, Curso de Inmersión Total en Ingles en el Instituto Berlitz de Charlotte NC en los Estados Unidos, y muchos otros cursos que permitieron escalar posiciones de liderazgo y llegar a ser un directivo que apoyara la mejora continua de los procesos y el desarrollo de la empresa.

Diferentes cursos y seminarios de tecnología de poliéster, Visitas a clientes nacionales e internacionales, y una decena más de diferentes cursos de liderazgo y manejo de personal, me dieron los conocimientos necesarios para lograr posiciones gerenciales importantes.

Los diferentes puestos que ocupe durante mi carrera fueron:

##### a) Trayectoria

- 1979-1980 Ingeniero en entrenamiento en la planta de Toluca donde la principal función era aprender las bases del proceso de estirado y operación de ese proceso, desde el punto de vista técnico y de producción, así como las bases de los procesos batch de polimerización de Poliéster
- 1980-1981 Ing. En entrenamiento en la planta Querétaro, en este sitio se profundizó más en aprender el proceso de

Filamento y de la Polimerización continua, también tomando parte importante en el desarrollo de una nueva tecnología de esterificación con baja relación molar.

- 1982-1982 parte del equipo de arranque de la planta Fibra Corta en el área de polimerización, en diferentes posiciones desde Ingeniero de proceso recibiendo y probando equipo, después como Ingeniero técnico para el desarrollo de las especificaciones técnicas de proceso y de producto.
- 1982-1983 ingeniero de control de calidad en el área de Proceso continuo (CP-Hilado), la función principal era asegurar el cumplimiento de las especificaciones, el control estadístico del proceso, apoyo técnico a producción y proponiendo mejoras que repercutieran en la mejora continua del proceso y producto.
- 1983-1985 Jefe de departamento de producción, en esta área como responsable directo de la operación de 4 líneas de estirado que producían 72 toneladas por día de poliéster Fibra Corta, 6 supervisores de turno y más de 50 operadores de producción que sostenían la operación de 24/7 durante los 365 días del año.
- 1986-1986 Ing. De procesos participando en la ampliación de la planta FC donde se instalaría un nuevo proceso de 36,000 toneladas anuales más del doble de la capacidad que se tenía con el anterior proceso.
- 1986-1987 participando en el arranque del proceso como Ingeniero de desarrollos y asistencia a operaciones logrando una estabilización record del proceso de polimerización continua.

- 1987-1988 Superintendente de desarrollos, responsable de consolidar el proceso nuevo desarrollando las condiciones además de mantener la mejor operación del proceso anterior, y el cambio de tecnología en hilado para mejorar el proceso.
- 1988-1991 Superintendente de control de calidad en la planta FC Toluca con la responsabilidad de mantener el proceso de esta planta y manejar un cambio de estrategia de producto, en esta época el futuro rea las especialidades y el desarrollo de productos nuevos enfocados al nuevo mercado emergente de los no tejidos.
- 1991-1993 Gerente técnico de la planta FC Toluca la nueva estrategia de la compañía se manifiesta en este tiempo para introducir la incorporación del sistema ISO 9000, separando efectivamente las funciones técnicas como calidad y desarrollos para implementar la mejora continua del proceso como una distinción de la empresa teniendo productos más competitivos en el nuevo entorno que se avecinaba en la apertura de mercados.
- 1993-1999 Gerente de Planta Fibra Corta Toluca, a cargo de una operación de poliéster con una capacidad de 20,000 toneladas anuales, la encomienda en ese momento era la de cambiar el portafolio de productos, hacer los activos más redituables y lograr que la planta destacara dentro de la nueva era de la compañía que en ese momento dejó de ser Celanese Mexicana (1998) surgiendo KoSa y ya inmersos en el TLC. En esa época tuve la oportunidad de visitar otros países como Estados Unidos y Canadá, plantas con similares procesos que me dieron otra visión de cómo manejar y hacer que la planta de Toluca dentro de este grupo de la compañía se destacara

de manera sobresaliente por su versatilidad y productos que competían con cualquiera en calidad y costo.

- 1999-2001 Gerente de operaciones del complejo Toluca responsable de la producción de poliéster FC, Poliéster alta tenacidad e hilos industriales de nylon dedicados en su mayoría al mercado de llantas, este mercado desde entonces ha sido uno de los más exigentes y competidos a nivel mundial.
- 2001-2002 Gerente Técnico de poliéster FC en Querétaro, debido a una necesidad de apuntalar la planta de mayor capacidad de FC de la empresa. En ese tiempo, se me dio la oportunidad de manejar el mercado y la atención a clientes con un volumen de ventas de 120,000 t/a, atendiendo mercados de México, Estados Unidos, Canadá, Centro y Suramérica. También tuve la responsabilidad de manejar el grupo técnico de calidad y mejora de la planta.
- La enorme competencia asiática sobretodo en EUA obligo a la compañía a plantear una estrategia de reducción de mercado, y trasladar el volumen de producto textil de la planta en Carolina del sur a México abasteciendo este mercado desde Querétaro ya que la calidad y costo ayudaron a hacer transparente para los clientes este movimiento.
- 2002-2004 Gerente de producción de la planta poliéster FC Querétaro, encargado de la producción de poliéster FC y participando en la reingeniería que definió la empresa que debido a una adquisición y fusión con plantas de la antigua Dupont que habían sido adquiridas por Koch industries propietaria de KoSa, surgiendo la nueva marca de la compañía como Invista.

- 2004-2005 Especialista Técnico, con la reorganización de puestos y funciones tuve la responsabilidad de organizar todo el acervo técnico de la planta poliéster FC, definir la estrategia del cambio en la dimensión del mercado de fibra corta ya que los clientes principalmente en Estados Unidos redujeron su mercado trasladando parte de sus operaciones manufactureras a China.
- 2005-2007 Gerente de planta FC Querétaro, después de la definición de Invista por reducir la operación e fibras en México, uno de los procesos de Fibra Corta se para y se modifica para la producción de resina PET que en ese tiempo inicia una expansión de mercado que requiere un mayor volumen de producto. Con esta situación se deja solo un proceso de 36,000 t/a para la fabricación de FC limitando solo al mercado doméstico y algunos clientes de Centroamérica, también el esquema de operación y mercadeo se cambia a finales de 2007 y se crea una operación de maquila con otra compañía de fibras cediendo el control de mercado y la cartera de clientes, aunque la operación continuaba a cargo de Invista.
- 2007-2011 Gerente de planta Fibra corta y polímero para fibras de hilo industrial, durante este tiempo se consolidó la maquila de FC y se tomó a cargo la operación de polímero para hilo industrial que se fabricaba en un proceso dentro del mismo sitio de Querétaro. Lo más destacado de esta temporada fue lograr el reconocimiento del mercado en México por la calidad y el servicio que se logró establecer con este proceso de tal manera que la compañía comercializadora del producto solicitó el incremento de producción pidiendo arrancar el proceso de 24,000 t/a que había dejado de operar en el año 2000.

- 2011-2014 Gerente de manufactura FC y CP2 en este punto el reto principal ya con un nuevo cambio de organización a la compañía Indorama Ventures quien compro a Koch Industries el negocio de poliéster, el adaptarse otra vez al cambio en el tipo de administración y enfoque de negocio. En este periodo el mayor reto como líder de la planta de FC fue mantener la continuidad del proceso por varios pendientes de modernización que fue necesario justificar y manejar en corto plazo el retorno de la inversión con una mejora en los índices de calidad y confiabilidad. Uno de los mayores retos de mi carrera del 2011 al 2013 fue acondicionar y demostrar con mejoras en equipo desarrolladas internamente por el grupo que tenía mi cargo, que permitieron arrancar y desarrollar condiciones de proceso para el equipo de polimerización e hilado y estirado el cual tenía más de 12 años parado. Se logró la estabilización, aunque con un fallido intento inicial a causa de una descomposición de material en el interior de un reactor de polimerización, un arranque en tiempo record y superando las expectativas de calidad y desempeño del producto que hasta el momento está considerada similar a la del otro proceso que se, mantienen como las mejores en el desempeño a nivel mundial para el mercado mexicano y algunos mercados de USA y Centroamérica.
- 2014-2018 En esta fecha debido a un cambio de estrategia laboral de la empresa y en acuerdo con un servidor se activó el plan de retiro tomando mi plan y cambiando mi relación de trabajo a un contrato de servicios por actividades empresariales. El contrato mantuvo las mismas responsabilidades y en este periodo tuve la oportunidad de consolidar la operación de la

planta logrando los mejores rendimientos en la historia tanto en volumen, calidad y costo, así como el desempeño de producto en el mercado.

b) Liderazgo y casos de estudio.

Siempre en el ambiente de la manufactura un elemento importante es el liderazgo, esto conlleva a preparar líderes que sean capaces de manejar grupos multidisciplinarios de Ingenieros, supervisores, personal de mantenimiento y sobre todo el personal operativo que es clave en la lograr los resultados de volumen, calidad y costo de los productos que se mandan al mercado.

La pregunta sigue vigente ¿un líder se hace o nace?, la experiencia me ha llevado a la conclusión que existen liderazgos que son innatos pero que también se pueden desarrollar y más que nada encausar enfocándose a manejo y desarrollo del personal que debe de atender a las metas que son comunes y todos tienen esa misión, solo así se logra obtener los resultados que exigen las empresas de alto rendimiento.

Por definición La palabra liderazgo se refiere a una influencia que se ejerce sobre las personas y que permite incentivarlas para que trabajen en forma entusiasta por un objetivo común. Quien ejerce el liderazgo se conoce como líder.

Un líder es una persona que se distingue del resto y es capaz de tomar decisiones acertadas para el grupo, equipo u organización que preceda, inspirando al resto de los que participan de ese grupo a alcanzar una meta común.

La labor del líder consiste en establecer una meta y conseguir que la mayor parte de las personas deseen y trabajen por alcanzarla. Esto es ciertamente fundamental, para sacar adelante una empresa u organización, pero también lo es en otros ámbitos, como

los deportes (saber dirigir un equipo a la victoria), la educación (profesores que consiguen que sus alumnos se identifiquen con su forma de pensar) y hasta en la familia (padres o hermanos mayores que son un absoluto ejemplo para sus hijos, por ejemplo).

Existen distintas clasificaciones de los líderes, que se establecen a partir de diversos criterios. Cuando un líder es escogido por una organización, se habla de un líder formal. Otros emergen de manera natural o espontánea dentro un grupo estos son líderes informales.

De todas formas, la clasificación más difundida es aquella que refiere al vínculo entre el líder y los sujetos a los cuales influencia (es decir, sus seguidores). En este caso existen liderazgos **democráticos, autoritarios y liberales (laissez faire)**

- Líder democrático: fomenta debate y discusión, toma decisiones a partir de criterios y normas establecidas.
- Líder autoritario: decide por su propia cuenta, sin consultar y sin justificarse ante sus seguidores. Comunicación unidireccional.
- Líder liberal (laissez faire): adoptar un papel pasivo y entregar el poder a su grupo. Por eso no realiza un juicio sobre aquello que aportan los integrantes, a quienes concede la más amplia libertad para su accionar.

Últimamente se ha presentado un estudio con un nuevo tipo de liderazgo el **“Liderazgo Transformacional”**

Según James MacGrgor Burns el líder transformacional es un individuo de fuerte visión y personalidad capaz de cambiar las expectativas, percepciones y motivaciones de su grupo y liderar el cambio organizacional. De tal suerte que esto se observa cuando los líderes y seguidores trabajan juntos para avanzar a un nivel superior de moral y motivación.

A través de los 38 años de experiencia en la manufactura iniciándome como seguidor de líderes de diferentes estilos, pude experimentar en mi formación de líder casi todos los tipos de liderazgo aquí mencionados y obviamente las empresas fueron experimentando cambios significativos debido a la capacitación tanto práctica como de los cursos que tomé internos y externos, así como a los cambios generacionales y a la incorporación nuevos miembros en la organización.

Mencionare tres ejemplos de liderazgo antecedentes y resultados de los diferentes parámetros de medición en la empresa.

Caso 1. Después del arranque de FC en Querétaro en 1981 y haber experimentado un fracaso, no se pudo lograr la calidad del producto la empresa decidió parar el proceso y reacondicionar las condiciones y cambio de líderes de la planta, una vez que se estabilizo el proceso inicial (el proceso químico y la extrusión) se me asigno la organización y operación del área de proceso secundario, esta área ya con más experiencia del personal y con apoyo de gente de Toluca (supervisores de operación y mantenimiento), buscamos incorporar el sistema que en ese tiempo la compañía estaba muy decidida a implementar, esta visión vanguardista en México, orientada por la filosofía de un visionario de la calidad y mejora continua, Philip B. Crosby "Quality is Free" en donde la principal guía esta resumida en la siguiente frase.

"La calidad no cuesta. No es un regalo, pero es gratuita. Lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad —todas las acciones que resultan de no hacer bien las cosas a la primera vez".

En este punto de mi carrera tuve que brincar de seguidor a líder, y básicamente buscando un cambio cultural no solo de mis seguidores sino también de mis líderes en la organización.

El cambio fundamentalmente se realizó la información detallada de los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo y que, aunque

la existieran responsabilidades individuales están deberían soportar con hacer las cosas bien desde la primera vez los resultados colectivos, una visión de mejora que involucrara no solo al proceso o a la compañía, sino que también a cada individuo. No tendríamos que trabajar adicionalmente corrigiendo errores de alguien que por "X" razón hubiera dejado pasar un error en su área de responsabilidad. Una extensa capacitación, modelaje y sobre todo reconocimiento a los individuos con mayor y mejor participación fueron básicos para cambiar el rumbo y tener éxito en esta parte de mi carrera.

La mejora de costos, la reducción de personal por ya no ser necesarios los inspectores de calidad, corregir errores y segregaciones de producto a lo largo de la cadena de producción fueron la principal consecuencia de este proyecto. En ese tiempo la calidad y conversión de producto logro mejorar en más de un 5 % que representaron en una mejora de utilidad de más de \$1,200,000 dólares al año.

El tipo de liderazgo que más ayudo a lograr el éxito fue una mezcla de liderazgo autoritario y de también democrático por primera vez hubo manera de intercambiar ideas que ayudaran a resolver los problemas que se presentaran día a día.

Caso 2. En el periodo de 1994 a 1997 ya como gerente de la planta de FC Toluca me tocó enfrentar el reto de cambiar la forma de operar esta planta buscando un sitio de especialidades ya que con la estabilización y arranque de la 2ª etapa en Querétaro la participación de mercado aquí se redujo significativamente. Afortunadamente surgió un nuevo negocio para la fibra poliéster este fue el de No Tejidos, un proceso que requería otro tipo de productos por lo que hubo que diseñar y orientar los esfuerzos del grupo a un enfoque de cambios y reaccionar de manera rápida a las necesidades del mercado que iban en aumento cada día.

La planta estaba condenada a cerrar en máximo un año si no mejoraba sus resultados financieros, con un EBITDA casi en equilibrio y una nueva organización exigiendo en el camino retornos de inversión de mínimo 11% se definieron nuevas funciones dentro de la organización, se trabajó intensamente con los responsables de ventas y servicio técnico para entender cuáles eran las necesidades de los clientes quienes también en su mayoría estaban iniciando en este nuevo mercado.

En el caso de Toluca existía una ventaja significativa, el personal era en su gran mayoría experimentado con una antigüedad en la compañía de más de 25 años promedio el reto como líder era muy diferente a los retos que había enfrentado anteriormente en Querétaro cuyo promedio de antigüedad no era entre 5 y 8 años esto obviamente tuvo la ventaja de contar con gente preparada en la operación de la tecnología, aunque también tuvimos el reto de enfrentarnos a la resistencia al cambio una reacción natural del ser humano a quien no le gusta salirse de su zona de control. Pero afortunadamente se logró refrendar el compromiso su sentido de pertenencia para impulsar las acciones que requería la situación del momento, una respuesta rápida y una participación efectiva aportando su experiencia al logro de los resultados esperados, la visión de ser la planta con la mejor respuesta a lograr los requisitos del cliente, con los mejores costos posibles y una entrega a tiempo de sus productos.

Con un total de más de 500 desarrollos en un año casi 1.5 diarios, la planta logro establecer el portafolio que permitiera mejorar la situación financiera del negocio pasando de un nivel de \$1,000,000 dólares por año a \$7,000,000 rebasando las expectativas de la unidad de negocio Hoechst-Celanese.

En este caso apliqué en gran medida un liderazgo democrático, pero también en ese aprendí que existe una faceta en el líder que no

conocía además de convencer al grupo de trabajo para buscar los resultados basados en una visión de futuro, también era enfrentar a los liderazgos superiores para obtener los recursos necesarios para lograr el éxito, fue una lucha constante para modernizar y justificar ante la alta dirección inversiones que pudieran darle continuidad y viabilidad al negocio del mercado de No Tejidos, buscar el reconocimiento para el equipo de trabajo pero también sin olvidar y esto es muy importante para que no decaiga el esfuerzo individual, reconocimiento a aquellos individuos que aportaran con sus ideas se comprometieron a perseguirlas permitiendo alcanzar el éxito a esa tarea.

Por este tiempo personalmente empecé a leer y a comentar acerca de una nueva definición de liderazgo, que era el liderazgo situacional que es una combinación de autocrático, democrático y liberal pero siempre sin caer en el dejar de hacer. Para mí fue la base de lo que ahora se llama liderazgo transaccional y que en los últimos años de mi estancia en la empresa trate de llevar a cabo.

Caso3. Más recientemente este caso ejemplificara como fue la evolución de mi carrera como líder, la adaptación de los diferentes estilos o tipos de liderazgo y que, como una aportación personal la pasión por lograr un grupo de trabajo que aceptara los retos de manera tan positiva que el resultado de la operación se reconociera internacionalmente gracias al excelente desempeño de los productos en un mercado textil muy competido.

El reto después de sortear la etapa de Invista y la llegada de Indorama con una visión de mayor soporte a la operación de fibras, era el hacer de nueva cuenta un negocio más rentable. Conocí otras plantas con tecnologías y equipo diferentes Indonesia y Tailandia fueron parte para definir y madurar la visión que me propuse implementar en la planta de Querétaro, la oportunidad se presentó en 2012 al ser requerido por

el mercado un incremento de volumen de fibra para el mercado mexicano y regresaba parte de mercado que se había perdido en 2004 de Estados Unidos.

De las 32,000 toneladas anuales que se fabricaban en ese año la petición del mercado era de incrementar 22,000 toneladas adicionales de las cuales 2,000 serían destinadas al mercado de No Tejidos. Para esto se decidió hacer un darle mantenimiento y modificar un antiguo proceso de polimerización e hilado que había dejado de operar en el año 2000, se formó un grupo separando la operación y con la supervisión y liderazgo mío, se definió un plan de trabajo para en un periodo de 7 meses hacerle mantenimiento al proceso, contratar, capacitar a 40 nuevos operadores y 12 oficiales de mantenimiento, definir las condiciones de operación adaptándolas a las modificaciones propuestas para mejorar el desempeño de los productos los cuales nunca se habían producido en este equipo.

El reto más fuerte fue integrar y convencer al grupo de trabajo que este proceso tendría posibilidades de éxito, con una plantilla menor de operación ya que el inicio de este proceso por año de 1981 el número de operadores y supervisores era más 100 personas para operar las 24 horas los 365 días del año. Ya desde 2005 la planta operaba sin supervisión por turno los grupos de operación eran de una manera auto dirigidos dada la ya para entonces vasta experiencia del personal.

En este punto una vez más la oportunidad de aprender aparece dándonos una lección que como líderes y/o responsables de un grupo el arranque del proceso no fue tan exitoso como se esperaba, ya que al efectuar la extrusión del polímero este no tenía la resistencia suficiente para mantener el filamento con las propiedades de calidad requeridas para su procesamiento en estirado, y como consecuencia fue necesario parar unas semanas después. Las pérdidas para el negocio fueron de más

de \$2,000,000 de dólares. Las consecuencias del fracaso fueron dolorosas dimos de baja a los 52 trabajadores que ya habían logrado obtener un trabajo que creyeron estable y la credibilidad del grupo se vino abajo.

No obstante, la vida te da revanchas y el mercado continuaba pidiendo más volumen un volumen que satisficiera las necesidades del mercado en crecimiento y tras algunos cierres de plantas en USA que surtían al mercado de no tejidos volvieron a solicitar que encontráramos la forma de arrancar el proceso.

Reorganizamos el grupo reforzando con algunos tecnólogos de la empresa originarios de Indonesia y juntos efectuamos un análisis completo buscando la causa raíz del problema de polimerización y la falta de resistencia del filamento en el proceso de estirado. Usamos una técnica de análisis desarrollada durante la administración de invista y que está basada en el sistema de causa y efecto, con la participación del personal de mayor experiencia y un moderador del sistema neutral a la operación de la planta, se definieron las posibles causas hasta probar con hechos históricos, pruebas de laboratorio y una buena dosis de la intuición desarrollada por un caudal de experiencia de la gente del grupo y por supuesto en el "filling gerencial" que todo líder experimentado desarrolla a través de los años.

De acuerdo al sistema lo más importante para iniciar el análisis era dejar muy clara la definición del problema punto de partida básico para elaborar un mapa de causas basados en los hechos y la experiencia de problemas anteriores que tuviesen relación con este caso. Una vez que se tiene el mapa de causas se revisan los hechos que justifiquen ya sea la posibilidad de que haya sido la causa más probable o que basado en los mismos hechos se comprobara que no se tenía ninguna relación con el problema.

Ya con el mapa de causas se dedicaba el tiempo a generar armar el plan de acciones para corregir y en algunos casos comprobar sin lugar a dudas que se había encontrado la causa raíz.

Este sistema es conocido como (RCA) por sus siglas en ingles. Root Cause Analysis y ha sido básico en la empresa para encontrar

Dentro del mapa de causas definimos en grupo que una contaminación de polímero ocasionada por material que dentro de un reactor de polimerización "sospechoso" el cual, desde 1981 inicio de operaciones de la planta, que no se había inspeccionado y mucho menos limpiado mecánicamente. Sabíamos que el diseño de ese reactor no era precisamente el mejor en cuanto a generación de carbón y sedimentación de materiales que con el tiempo pudieron haber reaccionado y generado materiales extraños que degradaron el polímero a la hora del arranque.

Una vez más con el apoyo de la organización y la confianza del grupo en el liderazgo ganado a través de los años de experiencia en este proceso de un servidor, nos volvieron a dar la oportunidad de plantear las acciones que pudieran resolver el problema de este equipo.

Formamos nuevamente el grupo de arranque con la misma organización anterior, definimos la acción clave y ruta crítica del proyecto la limpieza mecánica del primer reactor de polimerización un reactor vertical que tiene 2 secciones de polimerización independientes comunicadas por unos tubos que hacen la función de una sección intermedia de polimerización de película ya que en este punto sucede la extracción mayor del MEG como subproducto de la reacción de polimerización, en la primera zona también existe la posibilidad muy fuerte de que se formen zonas muertas que con el tiempo forman materiales degradados o sobre polimerizados y que al combinarse con nuevo monómero se pueden incrustar en la cadenas de polímero nuevo formando puntos débiles en la cadena polimérica.

Con esto en mente se elaboró un programa de mantenimiento que incluía el desarmado del reactor de baja polimerización y su limpieza mecánica, para lo cual se eligió usar arena como medio de limpieza (sand-blast).

El programa se ejecutó en 5 meses tomando en cuenta también el volver a seleccionar personal, afortunadamente se pudo recontratar a la mayoría de los operadores que 2 años antes los tuvimos que despedir por el intento fallido de arranque. Al destapar el reactor no hubo sorpresa, encontramos bastante material que explicaba perfectamente el comportamiento del polímero y que afortunadamente era muy fácil de limpiar con el sistema del sand-blast, en el anexo siguiente se puede ver el estado que se encontró el reactor.

Una vez efectuada la limpieza y completadas todas las actividades de mantenimiento y capacitación, se procedió a iniciar con el arranque del proceso de polimerización el cual ocurrió sin contratiempos y de acuerdo a lo establecido en las especificaciones y procedimientos normales, una buena señal fue la parte de la extrusión e hilado donde se forma el filamento y pudimos observar una mejora significativa de resistencia y el número de roturas aunque obviamente la expectativa estaba en ver como se comportaría en el proceso de estirado. Afortunadamente una vez pasada la fibra del arranque (siempre por experiencia el proceso tarde en estabilizar aprox 18 horas), las siguientes filetas corrieron sin problema alguno.

Después de las evaluaciones de calidad internas el producto se liberó al mercado y después de semanas de evaluación la retroalimentación de este fue bastante positiva el producto era comercial y tenía un comportamiento igual o superior con algunos clientes que el del otro proceso que ya estaba operando, los niveles de calidad evaluados en planta fueron también muy parecidos al otro proceso. Esto

demonstró que el análisis de problema y la causa raíz que definimos como grupo fue la correcta, las acciones efectuadas fueron también las adecuadas tan es así que a casi 5 años de operación los índices de operación de este proceso están catalogados como de los mejores en el seguimiento al benchmark que hace la alta dirección de la compañía y también de acuerdo a la información de ventas los niveles de aceptación de producto en el mercado son excelentes.

Los índices de medición de estos procesos que son Q1, Q3 y desperdicio han estado en los máximos niveles históricos para este tipo de equipo y tecnología, superando las barreras de los 96% de Q1 y menos de 2% de desperdicio, el estándar anterior era de 93% y 3.5% respectivamente. Esto representa en términos de EBITDA una diferencia de \$1, 000,000 de dólares además de la aceptación del mercado que ha dado pie a darle continuidad al negocio para la compañía y prestigio al sitio de Querétaro.

Este ejemplo de liderazgo puede considerarse ya en el modelo transformacional ya que le dio al grupo una visión de mayor alcance, también hizo que la mentalidad cambiara no solo por este proyecto sino que a partir de él, se dio paso a mejoras de seguridad, programas de mantenimiento más efectivos, desarrollo de nuevos productos, proyectos de mejora que han permitido la sustentabilidad del negocio y una posibilidad de atraer mayor inversión al sitio.

Fotos del interior del reactor de baja polimerización al destapar, se aprecia polímero degradado y restos de aditivos y catalizadores de la reacción.

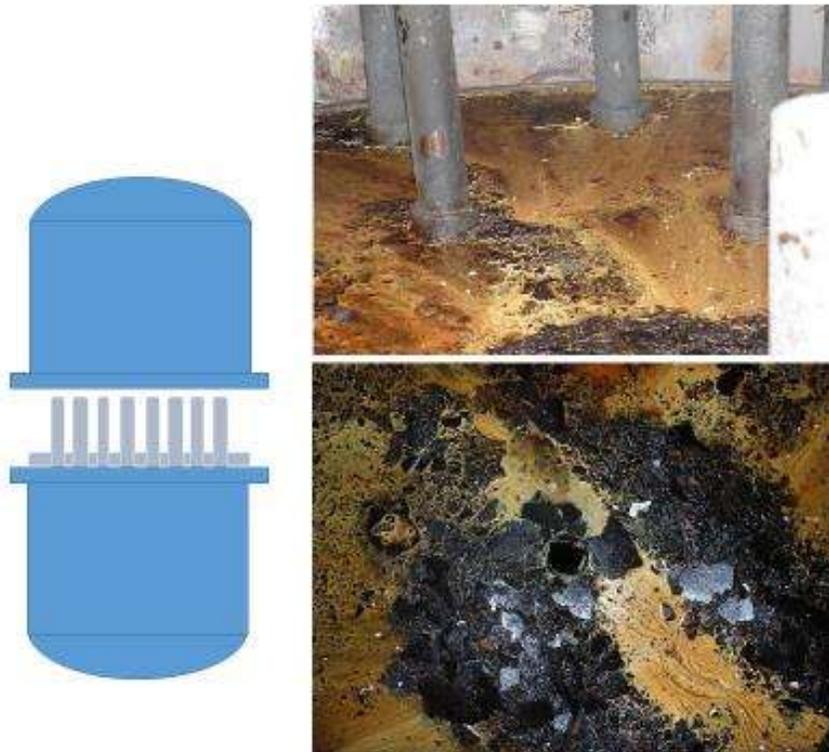


Fig. 15

Grafica del volumen de Fibra Corta del periodo 2007 a 2018, la incorporación de 24000 t a partir de 2014 con el arranque de CP10

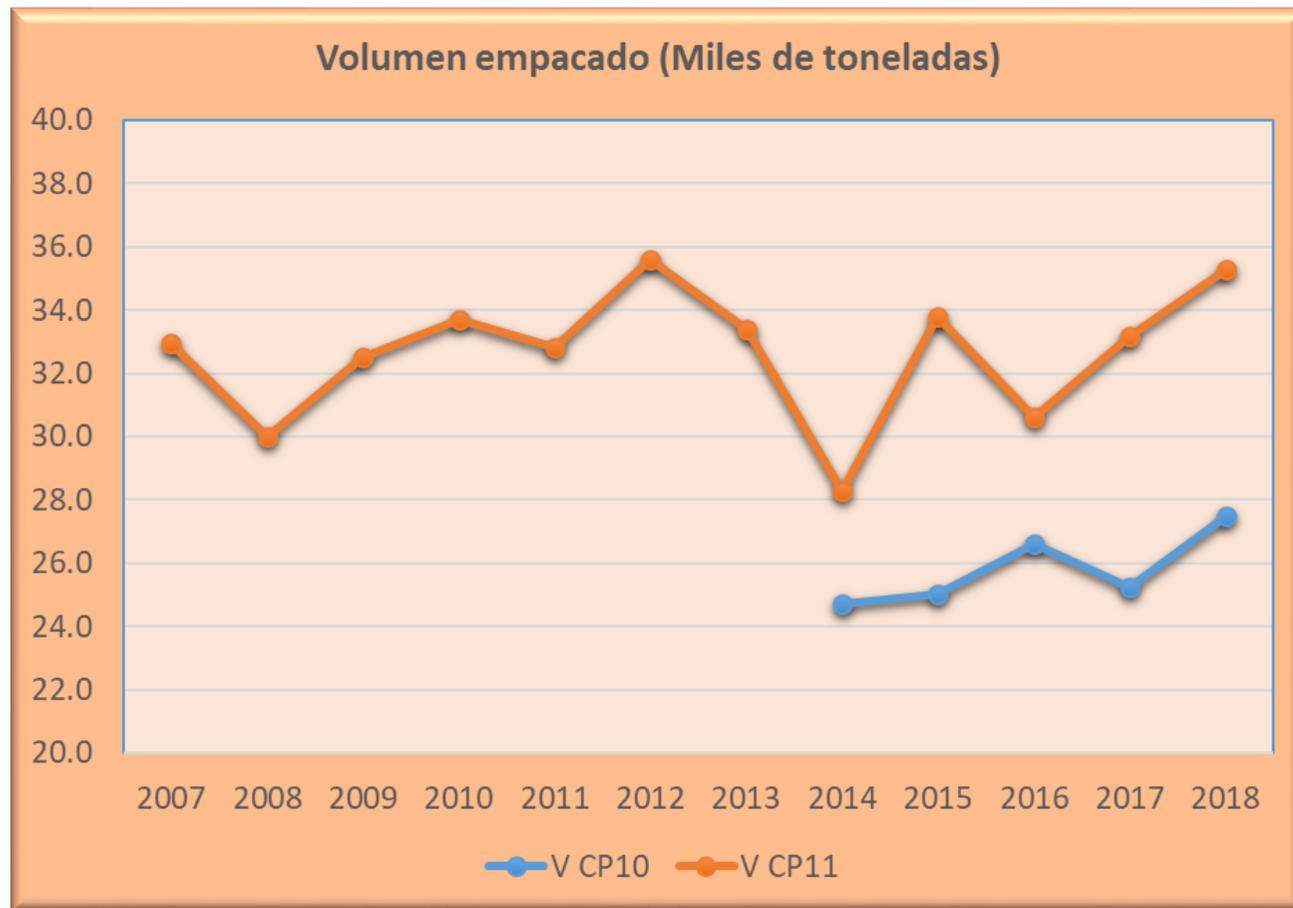


Fig. 16

Grafica de comportamiento de la primera calidad Q1 desde 2007 solo con 1 proceso de 30000 t y a partir de 2014 el arranque del CP10 con 24000 t adicionales.

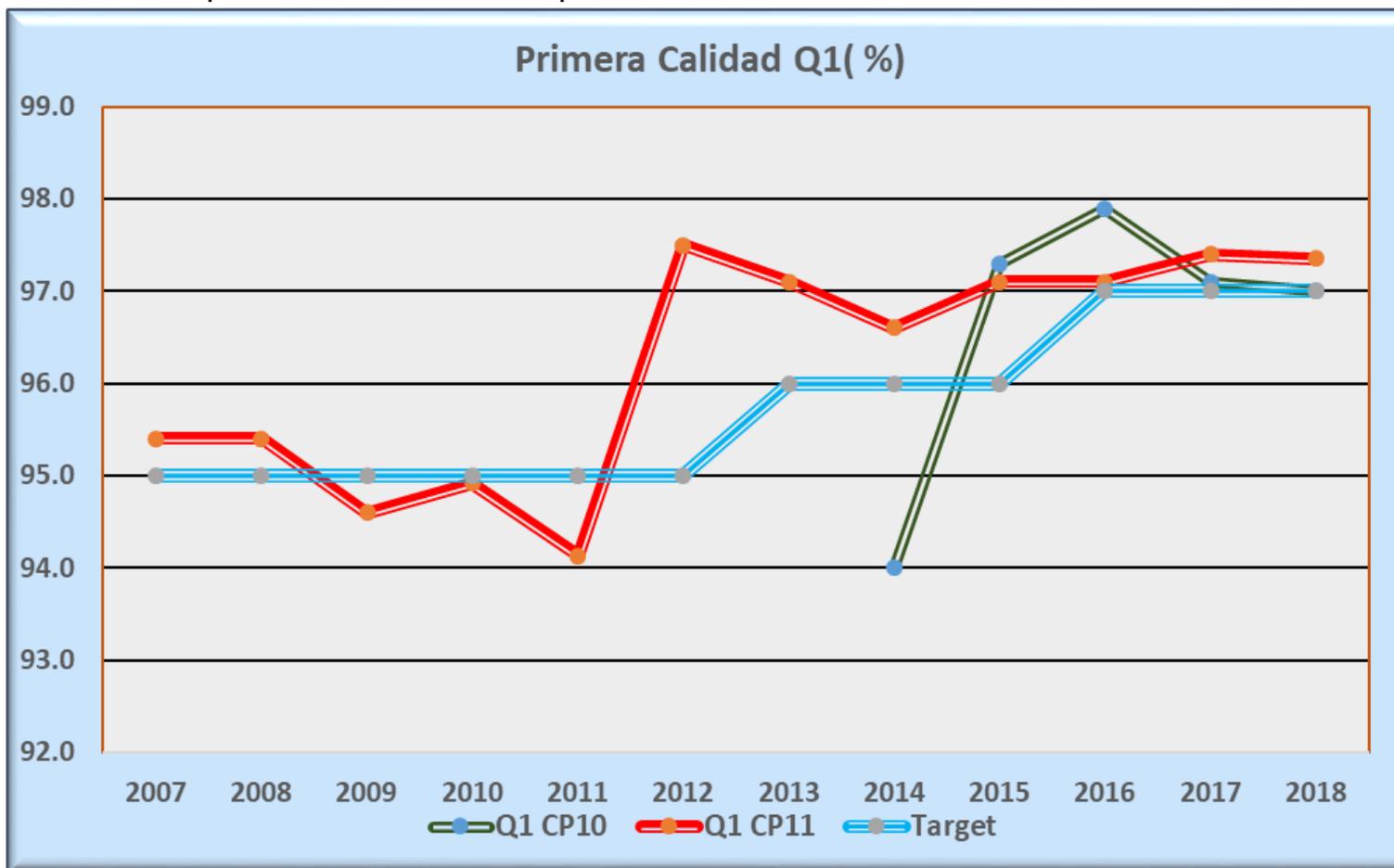


Fig. 17

Grafica de desperdicio, nótese la mejora en 2012 de CP11

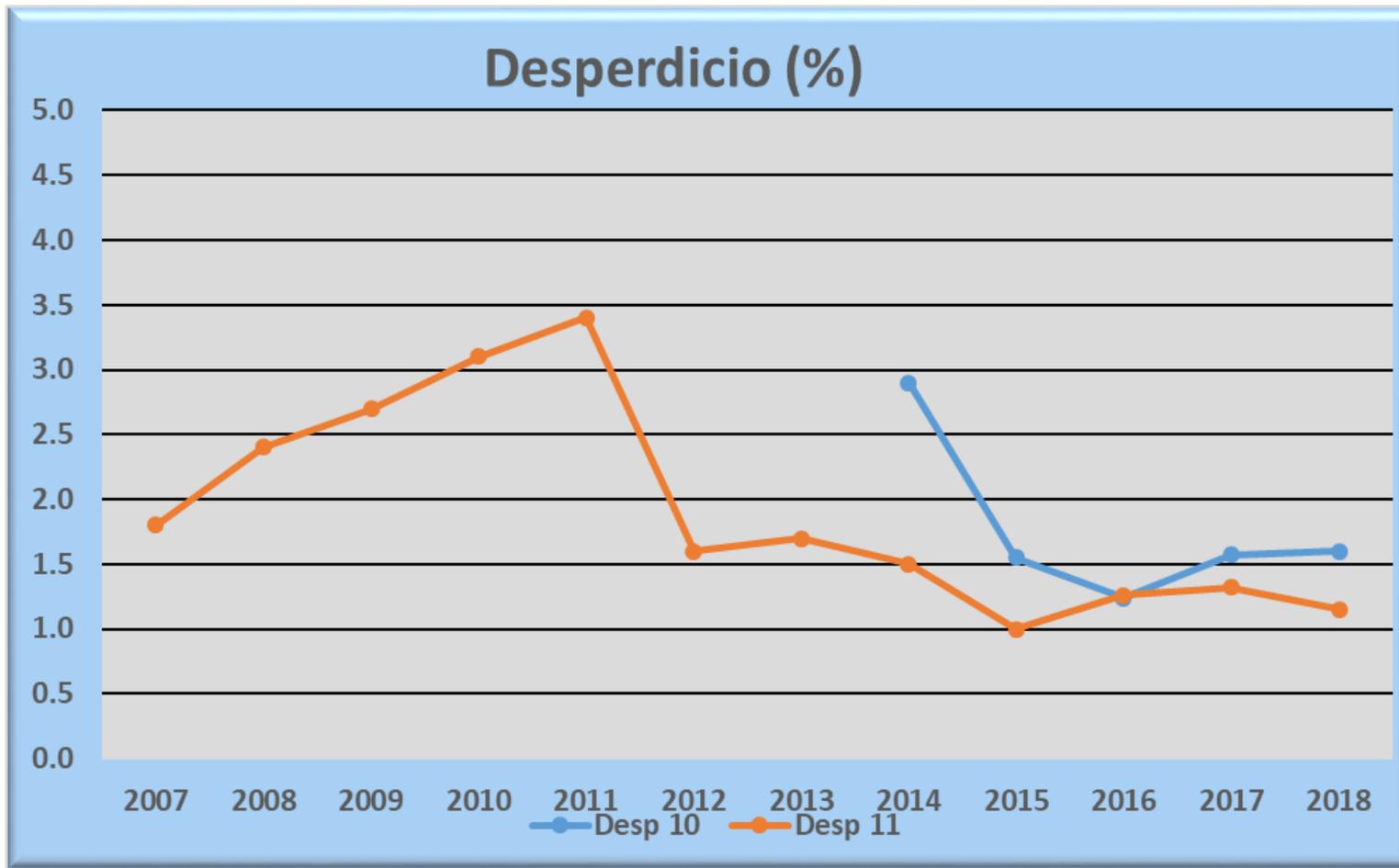


Fig. 18

## vi. Conclusiones y comentarios finales.

La experiencia de trabajar durante más de 38 años en la manufactura desde el aprendizaje de los principios de esta tecnología y operación de un proceso que manufactura y da empleo a más de 150 jefes de familia me ha dado la oportunidad de conocer y aplicar varios tipos de liderazgo aprendido tanto de los diferentes líderes que tuve a lo largo de este tiempo, como a diferentes cursos y sobre todo a la misma experiencia con el manejo de personal, clientes, diversos estilos y políticas de inversionistas de diferentes partes del mundo.

Las principales conclusiones que quiero dejar en este ejercicio de experiencia profesional son las siguientes:

1. Nada más verdadero en estos tiempos de cambio que desde el inicio de mi carrera profesional me tocó vivir es que el liderazgo que más impacta en un grupo de trabajo es el "Liderazgo Situacional", esto quiere decir que para tener éxito como líder debes de aprender a adaptar los diferentes estilos y opciones a las circunstancias que se presenten en el tiempo que te toque tomar decisiones que impacten en los resultados y en las personas.
2. Absolutamente siempre te tendrás que conducirte con honestidad con tu grupo anteponiendo los resultados como equipo a los resultados individuales, pero nunca olvidar el reconocimiento a aquellos individuos que por su capacidad y entrega destaquen del resto.
3. Siempre habrá aquellos a quien no les agrade las decisiones que se tomen en el camino, pero estas decisiones tienen que demostrar con resultados que fueron las correctas y también es

importante destacar que cuando una decisión no fue la mejor aceptar y comentarla al grupo aceptando la equivocación, nadie es perfecto y el líder debe de estar consciente de ello y solo el que toma no decisiones nunca se equivoca.

4. Hoy después de este recorrido por 39 años de profesión y más de 37 como responsable directo de una planta u área productiva de más de 10 personas, puedo decir que la preparación universitaria de la carrera de Ingeniero Químico me dio las armas suficientes primero de entender los procesos y los fundamentos que hacen funcionar los equipos, como reactores, bombas, columnas de destilación, que ocurre dentro de ellos como los fenómenos de físicos y químicos que transforman materia prima en productos que ayudan a un mejor nivel de vida. También la información necesaria que facilitó llegar a ser un líder que siempre se destacó por su interés de mejora continua, y con resultados lograr el reconocimiento de jefes y subordinados durante todo este tiempo.

Debo reconocer que este trabajo fue de equipo, valoro enormemente a todas las personas que estuvieron a mi lado en las buenas y en la que tuvimos oportunidad de aprender porque solo aceptando los retos se puede avanzar en el camino de la mejora continua y esta nunca termina. Siempre hay algo que mejorar o procesos nuevos que implementar para ser mejores día a día.

Recordemos que ya no competimos solo internamente en el país, sino que hoy la competencia esta con todos los países sobre todo los asiáticos que llevan la delantera no solo en la educación tecnológica sino en el liderazgo y disciplina organizacional, debemos de prepararnos para ser mejores líderes capaces de transformar y cambiar el rumbo del país.

## Bibliografía:

1. *International Directory of Company Histories*, Vol. 54. St. James Press, 2003.
2. *An Overview of Polyester Fiber Manufacture and End Uses* G. W. Davis, J. R. Talbot  
*resumen de consulta de Hoechst Celanese publicado en 1992.*
3. Artículo del sitio web [www.significados.com](http://www.significados.com).
4. *Diferentes reportes de trabajos en Celanese, KoSa, Invista e Indorama Ventures México.*
5. *Notas y referencias personales a través de los 39 años de experiencia profesional.*