

4080

665.1
F918
2000
=

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y
PRODUCTIVO FONTEC-CORFO

PROYECTO FONTEC Nº 98-1413

INFORME FINAL

DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE REACTOR PROTOTIPO PARA LA
FABRICACIÓN DE CERAS POLIETILÉNICAS.

PATROCINADOR : FAMEGA S.A.
EJECUTOR : FAMEGA S. A.

665.1
F 918
2000

SANTIAGO, ENERO 2000.

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compite con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

1.	Resumen Ejecutivo.	3
1.1.	Antecedentes de la Empresa.	3
1.2.	Antecedentes del Proyecto	5
2.	Exposición del Problema.	6
2.1	Problema que enfrentaba la Empresa.	6
2.2	Objetivos Técnicos del Proyecto.	7
3.	Metodología y Plan de Trabajo.	7
3.1	Metodología.	7
3.2	Plan de Trabajo Ejecutado.	8
3.3	Cronograma del Proyecto	17
4.	Resultados y Conclusiones.	17
5.	Impacto del Proyecto.	18
6.	Anexos.	
	Anexo 1 : Información Recopilada.	20
	Anexo 2 : Planos de Diseño.	21
	Anexo 3 : Fotografías de Construcción.	22
	Anexo 4 : Resumen de Actividades Desarrolladas.	23
	Anexo 5 : Cuadro Resumen de Gastos Reales.	25
	Anexo 6 : Implementación de los resultados del Proyecto.	28

1. RESUMEN EJECUTIVO.

1.1. Antecedentes de la Empresa.

La Empresa Famega S.A. fue creada a principios de la década del '90 con el propósito de fabricar y comercializar todo tipo de productos químicos. Posteriormente la producción se centró en los aceites refinados y en procesamiento de distintos tipos de envases plásticos.

Actualmente la sociedad está constituida por el Señor Pedro Eraña García, Rut: 5.862.436-5 de profesión Ingeniero Químico y la señora María Olga Fano, Rut: 7.288.744-1 de profesión Kinesióloga y dedicada a la administración de la empresa.

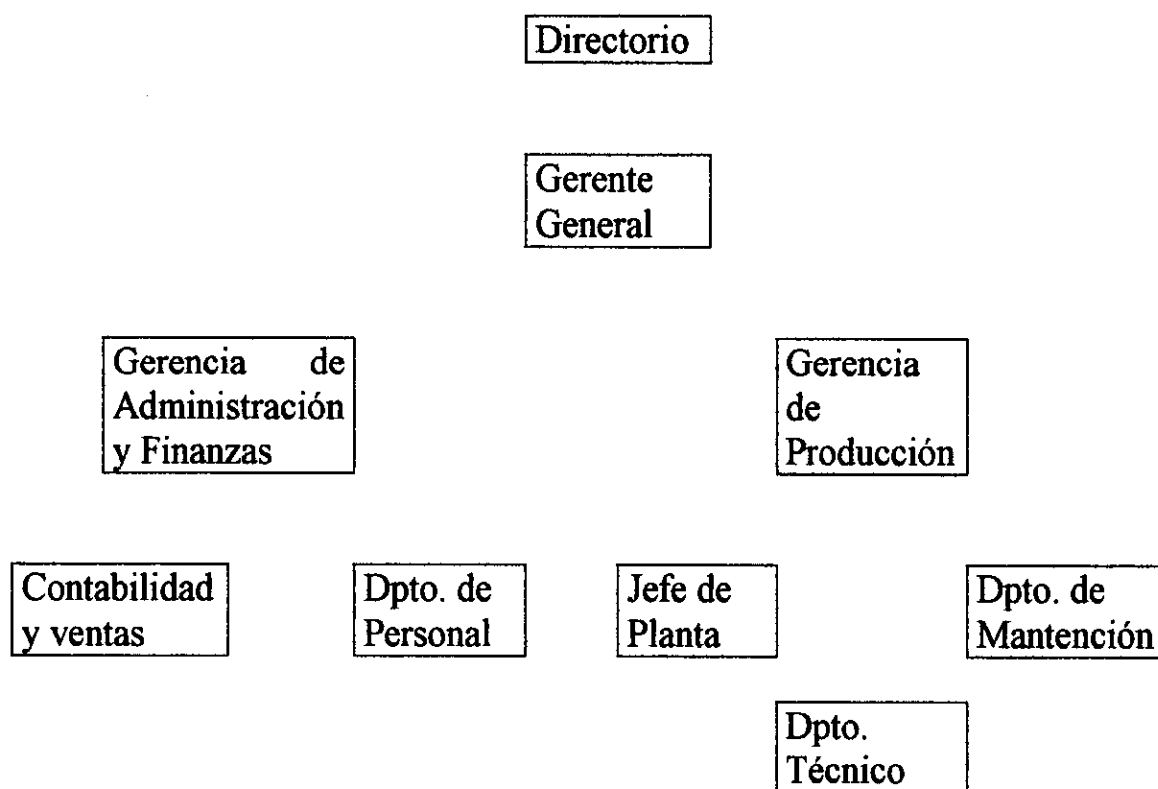
Su ubicación en la calle Llanquihue N° 03172 de la comuna de San Bernardo ocupa terrenos de 2.500 m² entre galpones, talleres y oficinas. Su posicionamiento en el mercado de aceites comestibles llega al 3%, presentando un crecimiento sostenido desde sus inicios.

Sus ingresos dependen del abastecimiento externo debido a la alta dependencia de otras empresas, uno de los insumos más importantes es el aceite crudo de origen vegetal y animal el cual es purificado para elevar su calidad.

La empresa ha decidido incursionar en otros rubros de la industria química dentro de los cuales se encuentran las Ceras polietilénicas, objetivo de este proyecto de innovación.

La estructura organizacional de la empresa está bien cimentada por un grupo humano bien calificado en las distintas áreas, destacándose dentro de los accionistas que forman el directorio un Ingeniero Químico que ocupa el cargo de Gerente General, del cual dependen las otras gerencias. En su Staff se incluyen un Jefe de planta, Jefe de Mantención, técnicos especializados, secretarias, contadores, etc.

La estructura organizacional se detalla en el siguiente organigrama:



BIBLIOTECA CORFO

1.2.ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

1.2.1.Descripción General del Proyecto.

El proyecto tecnológico desarrollado en esta investigación consistió en el diseño y la construcción de una Planta Piloto que permitió la fabricación de Ceras polietilénicas a partir de polietileno virgen o de reuso.

Los usos de esta Cera se detallan en el Cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Aplicaciones de la Ceras Polietilenicas.

APLICACIONES	Tipos Emulsionables Peso Molecular	Tipos no Emulsionables Peso Molecular
Adhesivos de fusión en caliente		3.200 - 23.000
Velas		2.200 - 8.000
Reversos para alfombras		8.000 - 19.000
Recubrimientos para frutas	2.100 - 3.000	
Compuestos de encapsulación de bobinas		3.200 - 23.000
Papel corrugado		3.200 - 23.000
Recubrimiento para lona de algodón		3.200 - 23.000
Ceras para envases lácteos		1.800 - 3.200
Papel recubierto para tambores de fibras		3.200 - 12.000
Acabados para cueros	1.800 - 3.400	
Laminación de materiales para envalaje		3.200 - 23.000
Composición de pinturas y barnices		1.800 - 2.200
Emulsión para recubrimientos de papel	1.800 - 3.000	
Papel carbón		1.800 - 3.000
Pulimientos para pisos en emulsión	1.800 - 3.400	
Pulimientos en pasta		1.800 - 3.000
Tintas para impresión	1.800 - 3.400	
Composición de gomas		1.800 - 3.000
Moldeo por empaste		8.000 - 19.000
Rociador agrícola que se expande y adhiere	1.800 - 3.000	
Acabados textiles	1.800 - 3.000	
Modificación general de la cera	1.800 - 3.000	1.800 - 23.000

Como proceso de fabricación innovativo de Ceras polietilénicas de pesos moleculares entre 1.500 y 15.000, se planteó una degradación térmica de polietileno de alto Peso molecular (35000 a 80000) controlando las temperaturas, presiones y los tiempos, para lo cual fue necesario el diseño de un reactor de cracking, que permite utilizar materias primas vírgenes de granulación adecuada, y /o material recuperado, el que fue necesario reacondicionarlo hasta la etapa de granulación.

Una vez concluida la degradación térmica las ceras polietilénicas obtenidas salen del reactor continuo a altas temperaturas , enfriándose en un intercambiador de calor que le da el aspecto físico adecuado para su uso final .

1.2.2.Impacto técnico económico.

Las ceras polietilénicas tienen una demanda muy interesante en el mercado chileno, mas de US\$ 3.000.000 al año, esto motivo a la empresa Famega S.A. a desarrollar este proceso innovativo que puede satisfacer mercados como el chileno y a su vez puede exportar.

A nivel mundial los procesos de obtención de Ceras Polietilénicas se basan en la polimerización de monómeros de etileno, por medio de las variaciones de condiciones operacionales , temperatura , presión y tiempo de reacción , obteniéndose como resultados productos de peso molecular de 1.500 a 15.000 . Estos procesos requieren de grandes inversiones y están orientados a mercados superiores.

Dado el éxito de esta investigación se implementara un proyecto productivo con lo que se espera un aumento de los ingresos para la empresa, lo que se traducirá en beneficios propios y para el país por un ahorro de divisas causados por la sustitución de importaciones.

2.EXPOSICION DEL PROBLEMA.

2.1. Problemas que enfrentaba la Empresa.

La empresa Famega S.A. en la actualidad se dedica a la fabricación, refinación y envasado de aceites comestibles para consumo humano y animal.

Uno de los insumos mas importantes para la empresa es el aceite crudo de origen vegetal y animal el cual es purificado para elevar su calidad.

Su posicionamiento en el mercado de aceites comestibles llega al 3% , pero a pesar de mantener un crecimiento sostenido sus ingresos dependen del abastecimiento externo debido a la alta dependencia de otras empresas , lo que conlleva a fluctuaciones en sus utilidades.

Lo anterior motivo a la empresa a estudiar la factibilidad de incursionar en otros rubros dentro de la misma industria química, es así que después de un análisis de mercado de las ceras polietilénicas decidió investigar en el desarrollo de un proceso innovativo y rentable para la posterior instalación de una planta que permita abastecer el mercado nacional y de exportación en un futuro cercano , con lo cual la empresa mejorara sus ingresos.

2.2. Objetivos Técnicos.

Los objetivos técnicos del Proyecto de innovación se explican a continuación.

Se diseño y construyó un Reactor Prototipo que permitió la fabricación de ceras polietilénicas a través de un proceso de degradación térmica de polietileno virgen o de rehuso.

Para el desarrollo de este reactor se requirió de procesos adicionales para el tratamiento previo de la materia prima como son la limpieza, clasificación, molienda, filtración y extrusión de estos insumos.

Dentro del diseño del reactor de cracking prototipo planteado se consideró que debe cumplir con ciertos requisitos como tiempo para llegar a regimen estable, lo que se obtuvo con el diseño y el tipo de energía utilizada para su calentamiento, velocidad de flujo de productos obtenidos, lo que permitió determinar el largo y el diámetro del reactor, temperaturas de craking térmica.

En el proceso una vez que sale la cera polietilénica del reactor, esta debe ser enfriada y escamada para su posterior comercialización, por lo tanto dentro de los objetivos del proyecto fue necesario diseñar y construir esta etapa, que consistió en un escamador de forma cilíndrica enfriado por un líquido refrigerante que gira para que la cera se pegue en las paredes de la superficie del cilindro y por medio de un rastrillo, se escama.

3. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO.

3.1. Metodología.

La metodología que se utilizará para llevar a cabo los objetivos técnicos comenzó con una recopilación de antecedentes relacionados con el tema a

estudiar, tecnología y materiales usados en la fabricación de equipos que tengan algún tipo de semejanza con el diseño del reactor y con los materiales a tratar (insumos).

La información obtenida se sometió a un proceso de análisis y evaluación lo que permitió ser usada en las etapas siguientes del proyecto de investigación que consistió en el diseño básico del reactor para posteriormente especificar los planos de detalle que permitieron tanto la construcción del equipo como la construcción de la planta piloto.

Una vez concluida la etapa anterior, se desarrolló pruebas experimentales y la puesta en marcha para evaluar el grado de respuesta del reactor basándose en análisis fisico-químicos de los materiales obtenidos.

3.2.Plan de Trabajo Ejecutado.

Las etapas realizadas en esta investigación se describen de la siguiente manera:

3.2.1.Recopilación de antecedentes.

La recopilación de antecedentes se ejecutó recurriendo a los siguientes medios de información:

- Bibliotecas de Universidades Nacionales.
- Proveedores y representantes de Ceras Polietilénicas en Chile.
- Red Computacional Internet.

A través de los medios de información mencionados buscados se obtuvieron los siguientes antecedentes:

- Características químicas de las Ceras Polietilénicas (densidad, Pesos Moleculares, temperaturas de descomposición, otros).
- Usos de las Ceras Polietilénicas (aditivos para plásticos, pinturas, recubrimientos para papeles para frutas y vegetales, aditivos para grasas y aceites, aislamiento de cables, protección contra corrosiones en ambientes naturales, fabricación de aceites y bolsas especiales).
- Procesos de Producción de Ceras Polietilénicas.

3.2.2. Análisis y evaluación de los antecedentes.

Los antecedentes recopilados permitieron confirmar lo expuesto en el estudio de presentación, es decir, los procesos de fabricación de las Ceras Polietilénicas estuvieron de acuerdo a lo esperado en cuanto a las variables fisico-químicas, con lo que se deduce que es posible craquear los plásticos polietilénicos de alta y baja densidad (pesos moleculares de 35.000 a 80.000 gr/ mol), para llegar a obtener Ceras Polietilénicas de pesos moleculares comprendidos entre 1.500 a 15.000 gr/ mol, dependiendo de la materia prima utilizada y de las variables utilizadas en el proceso (tiempo y temperatura).

La evaluación de las variables permitió la obtención de las características físicas de diseño que se aplicaron en la construcción del prototipo en estudio.

3.2.3. Diseño Básico del Reactor Prototipo.

3.2.3.1. Introducción.

400101234 30820

Después de la recopilación de los antecedentes preliminares, se llegó a la etapa del Diseño del Reactor Prototipo, el cual debe cumplir con las propiedades necesarias para llegar a producir la ceras objetivos.

Estas propiedades se refieren a las variables fisico-químicas involucradas en la degradación térmica de la materia prima.

Para lograr que estas variables se cumplan se llegó a la conclusión que la materia prima debe correr por el reactor a una temperatura controlada, con un tiempo de reacción determinado, dependiendo de las características de los productos que se quieran lograr.

3.2.3.2. Memoria de Cálculo.

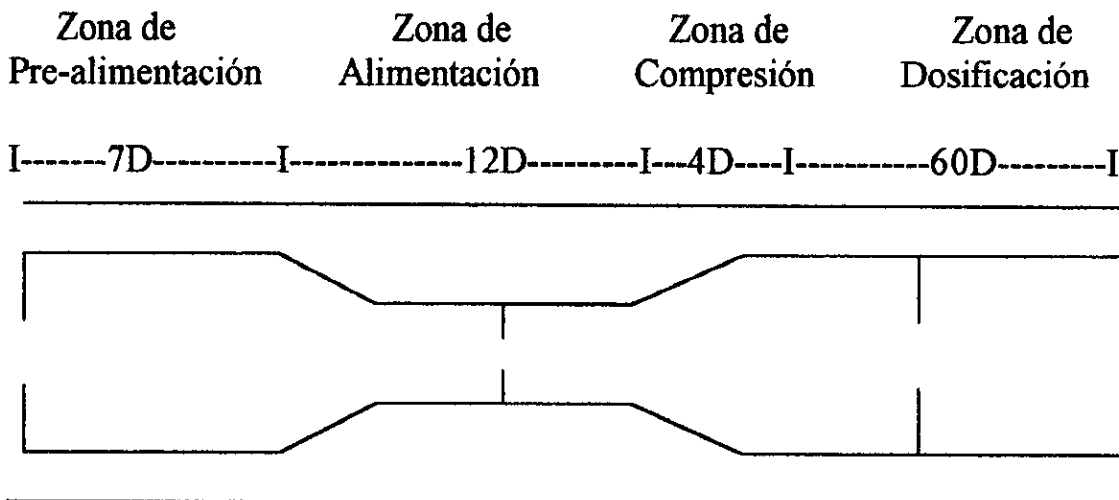
El prototipo diseñado tendrá una capacidad máxima de producción de 60 kilogramos ($\delta = 0,918 \text{ kg / lt}$) de Ceras Polietilénicas por hora. Esta cifra arbitraria se determinó en consideración a que el objetivo original era investigar la factibilidad técnica de producir las Ceras Polietilénicas en una escala piloto.

Según antecedentes obtenidos en la sección de cracking este ocurre a temperaturas de entre 752 a 1.022 °K con un tiempo de reacción de entre 360 – 2.000 seg, si la temperatura aumenta , los tiempos de reacción disminuyen.

En el diseño del Reactor se consideró como una torre cilíndrica, que está dividida en una Zona de Alimentación, una Zona de Compresión y finalmente la Zona de Dosificación donde ocurre el craking de la molecula.

La Figura N° 1 muestra el tipo reactor diseñado, con las relaciones de diámetros, los que fueron calculados en base a tanteo, basándose en un tiempo de permanencia de 180 segundos, para llegar a un volumen de descarga optimo (Ceras Polietilénicas producidas).

Figura N° 1. Secciones del Reactor para la producción de Ceras Polietilénicas.



Determinación de la longitud del Reactor

Diámetro (dado) (D) = 60 mm.

Zona Pre Alimentación.

Diámetro : 60 mm.
Longitud : 7 D = 420 mm

Zona Alimentación.

Diámetro : 42 mm.
Longitud : 12 D = 720 mm.

Zona Compresión.

Diámetro : 60 mm.
Relación de compresión : 4,8 : 1.

Zona Dosificación.

Diámetro : 54 mm.
Longitud : 60 D= 3.600 mm.

Longitud Total del Reactor = 4.980 mm = 5 metros.

Determinación del Volumen por Paso.

Se determinó en base al volumen de un pulso que avanza por el cilindro.

$$\text{Volumen por pulso (} V_p \text{)} = \pi (60/2)^2 * 60 - \pi (54/2)^2 * 60 = 33\text{cm}^3$$

Determinación del Volumen de Descarga.

Zona de Reacción . Se consideró una longitud de 3.000 mm, lo que corresponde a aproximadamente un 85% de la Zona de Dosificación.

Pasos por distancia Zona de Reacción: 50 pulsos

Volumen por pulsos : 33cm³

Permanencia estimada : 180 seg.

Volumen teórico de descarga : 16*33 = 528 cm³/ min.

Considerando que el flujo real de descarga es de 1/3 del teórico se tiene:

Volumen Real de Descarga : 10.560 cm³/ hora.

Masa Real de Descarga : 9.694 gr/ hora..

Para llegar a producciones de 60 lts/hora se proyectan temperaturas del orden de 1.112°K con tiempos que pueden variar entre los 100 - 300 segundos.

Según las dimensiones del Reactor se tiene:

Para : 50 pulsos : volumen de descarga : 33 lts/ hora.
: tiempo de reacción : 300 segundos.

Para : 100 pulsos : volumen de descarga : 66 lts/ hora.
: tiempo de reacción : 150 segundos.

El motor se selecciona para que pueda accionar la bomba de pulsos de Reactor de una masa equivalente a 200 kg y hasta 200 rpm tiene las siguientes características :

Velocidad Variable : Controlado por un Software denominado Intellution.
Corriente Continua : 0 a 1.480 rpm.
Potencia del motor : 20 HP.

Determinación del Medio de Calefacción del Reactor.

Se decidió utilizar energía eléctrica como medio de calefacción, ya que por su manejo se logra una mayor uniformidad de temperaturas dentro del reactor, y es una energía limpia, libre de contaminantes.

Cálculo de las calorías requeridas.

Materia Prima en proceso : 60 kg / hora.
Temperatura alcanzada en reacción : 600°C.
Temperatura de entrada Materia Prima : 25°C.
Cp del Polietileno (medio) : 1,5 (kcal / kgr °C).

Por lo tanto

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = 60 \cdot 1,55 = 51.750 \text{ Kilocalorías.}$$

$$= 60,2 \text{ Kwatt / hora..}$$

Según estos cálculos se distribuyeron resistencias eléctricas con aleaciones de alambre tipo KANTHAL que permiten dar una energía de 63 Kwatt / hora, lo que es superior en un 30% ya que se consideraron pérdidas de calor por radiación.

La distribución de las resistencias se muestran en la etapa siguiente y corresponden a las indicadas en el siguiente Cuadro.

Cuadro N°1. distribución de las resistencias y su aporte energético en el Reactor Prototipo.

Nº de unidades	Watt / hora * unidad	Total watt / hora
3	1.800	5.400
22	2.400	52.800
4	1.200	4.800
TOTAL		63.000

También se ha tomado en cuenta las calorías requeridas para calentar el reactor en estudio. Para este calculo se consideró la masa del reactor en 600 kilogramos, un ΔT de 575° , un valor de C_p para este rango de temperatura de $\approx 0,5 \text{ K cal / kgr } ^\circ\text{C}$ lo que da una necesidad de calor equivalente a :

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = 600 * 0,5 * 575 = 172.500 \text{ Kilocalorías.}$$

$$= 200,55 \text{ Kwatt / hora..}$$

Este valor indica que el reactor prototipo alcanza la temperatura de régimen en un tiempo teórico de 3,33 horas ($200,55 / 60,2$), según el N° de unidades de resistencias instaladas para calefaccionarlo.

Al considerar las perdidas de calor en un 30% se llega a las temperaturas deseadas en un tiempo de 4,2 horas, lo que se comprobará en la siguiente etapa de esta investigación.

3.2.4. Diseño Detallado del Reactor Prototipo.

Los cálculos obtenidos en el punto anterior permitieron confeccionar los planos de diseño del Reactor y los planos de conjunto de la Planta Piloto, se incluye el tablero de control.

Estos planos se muestran en el Anexo N°2.

3.2.5. Construcción del Reactor Prototipo.

Los planos y especificaciones obtenidas en las etapas anteriores permitieron la construcción del Reactor Prototipo incluyendo los accesorios y otras etapas del proceso en estudio, lo que en su conjunto forman la Planta Piloto para la obtención de Ceras Polietilénicas.

Esta etapa de la investigación se muestra por medio de fotografías las que se incluyen en el Anexo 3.

3.2.6 Puesta en Marcha del Reactor Rrototipo.

En esta etapa se comprobaron los tiempos necesarios para poner a régimen de trabajo el reactor, el funcionamiento del software y ajustes necesarios que controlan los parámetros de procesos, temperatura en diferentes puntos del reactor prototipo, presión de trabajo.

Se llegó a que el tiempo requerido para que el reactor entre en régimen de trabajo era entre 4,5 y 5,5 horas , lo que concuerda con los datos obtenidos en forma teórica (4,2 horas).

Las presiones y temperaturas fueron bien determinadas por medio de un computador, las que se corroboraron posteriormente en la etapa de las pruebas experimentales, finales, de esta investigación.

3.2.7. Pruebas Finales.

Se realizaron pruebas experimentales utilizando materias primas vírgenes y de rehúso, en ambos casos el reactor funcionó en perfectas condiciones, obteniéndose los siguientes resultados para distintas muestras y utilizando distintos catalizadores.

Número de Muestra	Presión en Libras	Tiempo en Segundos	Temperatura °C	Caudal Lt/hr.	Catalizador Reacción
1	100	250	600	18	Níquel/aire
2	100	250	600	18	Cobre
3	100	250	600	18	Fierro
4	200	350	610	16	Niquel
5	200	350	610	16	Cobre
6	200	350	610	16	Fierro
7	250	350	650	12	Ni/Nitrogeno
8	250	350	650	12	Cobre
9	250	350	650	12	Fierro
10	150	300	680	22	Ni/Nitrógeno
11	150	300	680	22	Cobre
12	150	300	680	22	Fierro

Las Ceras obtenidas para las distintas pruebas realizadas se sometieron a análisis, las que arrojaron las siguientes características físico-químicas:

Características de las Ceras Polietilénicas:

Producto	Punto Gota Grados Cent. ASTM D 566	Indice Acidez ASTM D 1386	Indice Saponificacion ASTM D 1387	Densidad ASTM D 1298	Color
PE 5000	118-123	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	116-124	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	110-118	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	108-117	0	0	0,92-0,94	GRIS
PE 5000	106-116	0	0	0,92-0,94	GRIS
PE 5000	109-121	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	112-123	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	116-124	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	113-118	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	115-119	0	0	0,92-0,94	BLANCO
PE 5000	109-121	0	0	0,92-0,94	GRIS
PE 5000	107-116	0	0	0,92-0,94	GRIS
PE 7000	122-127	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 7000	120-126	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 7000	118-123	0	0	0,95-0,97	GRIS
PE 7000	112-121	0	0	0,95-0,97	GRIS
PE 7000	116-122	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 7000	108-119	0	0	0,95-0,97	GRIS
PE 7000	123-127	0	0	0,95-0,97	GRIS
PE 7000	124-127	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 7000	123-127	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 7000	122-126	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	140-146	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	138-146	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	137-142	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	135-142	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	136-143	0	0	0,95-0,97	BLANCO
PE 9000	140-144	0	0	0,95-0,97	BLANCO

3.3.Cronograma del Proyecto.

Las secuencias de las etapas se muestran en el siguiente cronograma de barras gantt:

ETAPAS	MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Recopilación de Antecede	X X												
Análisis y Evaluación		X											
Diseño básico del R.P.		X	X X	X									
Diseño detallado del R.P.				X	X X	X							
Contrucción del R. P.						X	X X	X X	X X				
Puesta en Marcha										X X	X		
Rediseño y Ajustes											X	X	
Pruebas Finales												X	X

4.RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

El objetivo perseguido en este proyecto de diseñar y construir una Planta piloto (específicamente el reactor de cracking) para la obtención de Ceras Polietilénicas se logró exitosamente como puede observarse en la industria Famega S. A.

Los cálculos de diseño y plano adjunto a las fotografías se muestran en este informe.

Las pruebas finales de este estudio entregan como resultados ciertos parámetros relativamente exitosos como son haber obtenido Ceras Polietilénicas de características similares a las importadas.

Respecto a los volúmenes obtenidos estos son levemente inferiores a los cálculos, lo que implicará hacer nuevas inversiones para poder abastecer el mercado propuesto, además se observó que al usar materia prima de rehúso se obtienen ceras polietilénicas de características físicas y químicas semejantes a las ceras obtenidas con materia prima virgen, pero de un aspecto gris lo que se debe al efecto de algunas tintas de litografías en los

plásticos, esto trae como consecuencia una difícil comercialización, por lo tanto, se debe pensar en investigar en un proceso que pueda eliminar las distintas litografías de los plásticos de rehúso y logra así una materia prima igual a la virgen.

5.IMPACTOS DEL PROYECTO.

El desarrollo de este proyecto una vez implementado en la etapa productiva, tendrá impactos importantes tanto para la empresa como para el país tales como:

-Producción.

Con este desarrollo la empresa crecerá en forma significativa por la elaboración y venta del nuevo producto.

-Económicos.

Los beneficios económicos de la empresa se verán incrementados con el nuevo producto que ha desarrollado para la venta a terceros.

-Estratégicos.

Se verá un aumento del valor agregado debido a que se transformará materia prima de bajo valor agregado en un producto final muy apreciado en el mercado cuyo origen es importado.

-Impacto Ambiental.

Se producirá un beneficio ecológico debido a que el insumo principal será polietileno de desecho y de rehúso.

Debido al éxito alcanzado en diseño y construcción de la Planta Piloto estudiada y las perspectivas económicas del mercado, la Empresa implementará sus resultados invirtiendo en unidades de mayor inversión para poder así abastecer parte del mercado desarrollando estrategias de comercialización a través de:

-Exhibiciones en Ferias nacionales e Internacionales del Nuevo Producto.

-Internet.

-Avisos en periódicos locales y páginas amarillas.

-Publicidad en revistas especializadas.

- Vendedores directos de la Empresa.

Como resultado hasta esta etapa de la investigación, se obtuvo lo especificado en los Términos de Referencia, lo que corresponde al diseño y construcción de un reactor Prototipo, que anexado a elementos tales como Tableros de Control, Escamadora y otros equipos que fueron diseñados específicamente para este reactor, permitirán el funcionamiento de la Planta Piloto para la obtención de las Ceras Polietilénicas.

Se concluye que la investigación a la fecha de este informe es un éxito, lo que permitirá en la siguiente etapa (ya comenzada), poner en marcha la Planta Piloto realizando pruebas experimentales para caracterizar fisico-químicamente los productos obtenidos.

Respecto al programa de gastos estos se presentan en el Anexo 5 y fueron equivalentes a los proyectados en los Términos de Referencia.

ANEXO 1. INFORMACIÓN RECOPIADA

BIBLIOTECA CORFO

BIBLIOGRAFÍA.

1. HOESCHT WAXES.

Production. Properties. Applications
Guide lines for waxes users.
Dr. O. Malischek, Gresthofen.

2. Chemical Engineer Handbook.

John H. Perry. 6^o Edition.

3. R. E. Kirk D. F. Othmer.

Encyclopedia Of Chemical Technology.
3^o Edition.

Catalogue of Technology Offers

trait_bleu.gif (1097 octets)

abol_96020.gif
(9953 octets)

Offer ABOL/96020

Title	Cracking Polyethylene Waste into Wax or Hydrocarbon(s)
Benefit	You work with polymers, or in recycling waste materials
Ideas of implementation	All areas of PE waxes, particularly fusible glues.
Description	PE waste is converted into wax (used for example as a brighter, lubricant for PVC, hot melt adhesive or insulating mass) and/or aliphatic hydrocarbons rich in alpha-olefins (used as bases for biodegradable detergents and plasticisers or, after fractionation, as lubricants, heavy or light solvents or fuels). Polypropylene waste can also be converted into wax. The process consists in pressing waste behind a metallic grid. The radiant heat from a facing refractory wall will cause waste to crack Thermal cracking of polyethylene (PE) waste, for production of artificial wax or other hydrocarbons, is realized using the combustion heat of hydrocarbons in the cracking itself.
Advantages	Environmentally friendly
Stage of development	Available for licence agreement
Type of offer	Process.
Origin	SME
Keywords	wax ; cracking polyethylene ; hydrocarbons ; recycling
Contact	Laurent VOLLE

CEH Abstract

WAXES

Waxes, unctuous solids that melt readily, are derived from highly diverse sources, serving a myriad of markets. The wax business amounted to some \$1.8 billion in the United States, Western Europe and Japan in 1993. These three regions accounted for about 57%, 35%, and 8% of this total, respectively.

Petroleum waxes, derived from lubricating oil production, clearly dominate the wax business overall, accounting for more than 75% of the total market in monetary value and almost 90% in volume. Polyethylene waxes are the second-largest category, and animal- and insect-derived waxes (e.g., beeswax and wool grease) are the third. Other types of waxes, such as Fischer-Tropsch, montan and carnauba, make up the remainder of the business. Major markets for waxes are paper coating, candles, polishes, textile and leather manufacture, fruit and vegetable coatings, adhesives, cosmetics and many others.

Although only modest growth is predicted for nearly all types and applications of waxes, the business is an active one. In the United States, the number of polyethylene wax producers has increased from three to five in recent years, as the result of market growth and competitive pressures to diversify. World production of Fischer-Tropsch waxes is being boosted this year by the entry of Shell into the business; Sasol Technology had long been the sole world producer of Fischer-Tropsch waxes. Sasol, in turn, announced the purchase of Hans-Otto Schömann of Germany, the largest blender and distributor of waxes in Europe, earlier in the year. In Japan, petroleum waxes are less prominent than in the United States or Western Europe, but fatty amides and esters are growing in use as waxes.

Growth of waxes is forecast to slow somewhat from that of the past several years. This decline in growth rate is due to replacement of waxes by synthetic polymers, processing difficulties for recycling wax-coated papers, replacement of paper containers by plastic containers, and smaller increases in market segments, such as cosmetics and food, which are tied closely to population growth.

(For the complete product review on WAXES by Bert Waterhouse with Eric Anderson and Yuka Yoshida, see p. 595.5000 A of the *Chemical Economics Handbook*.)

Next article: ABS RESINS

Previous article: SULFURIC ACID

 Back to July-August 1995 CIN

This page was last updated on Monday, March 17, 1997.

cbrd-webmaster@sric.sri.com

Copyright 1998 - SRI Consulting

47th Canadian Chemical Engineering Conference

Paper: 646

TERTIARY RECYCLING OF POLYMERS: EFFECT OF REACTION MECHANISM ON REACTOR DESIGNW.C. McCaffrey¹, D.G. Cooper² and M.R. Kamal²¹. Department of Chemical and Materials Engineering, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2G6². Department of Chemical Engineering, McGill University, Montreal, Quebec H3A 2A7

A large percentage of waste polymers are sent to landfill or to incineration because they are either contaminated or are not in a form that is suitable as feed for conventional material or mechanical recycling technologies. Moderate temperature, noncatalytic, thermolysis was studied as a potential process to recycle these currently "non-recyclable" polymers into monomers or to other value-added products. Thermolysis is a thermochemical recycling process in which the polymer is reduced under an inert atmosphere, at moderate temperatures generally less than 450°C. It is well known that the mechanism of thermal decomposition of a polymer is a function of its chemical structure. Degradation mechanisms can range from simple unimolecular unzipping reactions as in the case of monomer production from polystyrene to a random degradation mechanism as in the case of gas or wax production from polyethylene. The mechanism by which a polymer degrades has a large impact on the configuration of the reactor. In this work, different polymers were studied that had widely different degradation mechanisms. The cases studied were pure polyethylene and polystyrene and mixtures of polyethylene/polystyrene and polyethylene/poly(vinyl chloride).

The thermolysis of polystyrene resulted in a high yield of styrene monomer, up to 54.8%. However, when polyethylene was thermolysed using the same reactor, a waxy product was obtained. In order to produce liquid products from polyethylene, thermolysis was combined with reactive distillation. The main product resulting from polyethylene when using this reactor arrangement was a mixture of low-molecular-weight straight chain alkanes and *alpha*-olefins ranging in size from C₅ to C₃₀. Overall liquid product yields up to 90% were obtained from the starting polymer. When polyethylene was mixed with polystyrene, a positive interaction was observed between the polymers that resulted in an enhanced overall rate of thermolysis of the polyethylene fraction. No such interaction was observed when a mixture of polyethylene and poly(vinyl chloride) was thermolysed. The impact of the molecular structure of the starting polymers as well as the degradation mechanisms on the reactor design will be discussed.

[Return to Home](#)

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry
Sixth Edition, 1998 Electronic Release

Waxes

Section	Title
1.	Introduction
1.1.	History of Waxes and Their Applications
1.2.	Definition
1.3.	Classification
1.4.	Properties and Uses
1.5.	World Market Volume for Waxes
1.6.	International Wax Organizations
2.	Recent Natural Waxes
2.1.	Introduction
2.2.	Vegetable Waxes
2.2.1.	Carnaúba Wax
2.2.2.	Candelilla Wax
2.2.3.	Ouricury Wax
2.2.4.	Sugarcane Wax
2.2.5.	Retamo Wax
2.2.6.	Jjoba Oil
2.2.7.	Other Vegetable Waxes
2.3.	Animal Waxes
2.3.1.	Beeswax
2.3.2.	Other Insect Waxes
2.3.3.	Wool Wax
3.	Montan Wax
3.1.	Formation and Occurrence
3.2.	Extraction
3.3.	Properties and Composition
3.4.	Refining and Derivatization
3.4.1.	Deresinification
3.4.2.	Bleaching
3.4.3.	Derivatization
3.5.	Uses and Economic Aspects
4.	Petroleum Waxes
4.1.	Introduction
4.2.	Macrocrystalline Waxes (Paraffin Waxes)
4.2.1.	Chemical Composition and General Properties
4.2.2.	Division into Product Classes
4.2.3.	Occurrence of Raw Materials and Processing
4.2.3.1.	Dewaxing Lubricating Oil Distillates

4.2.3.2.	Deoiling Slack Waxes
4.2.3.3.	Refining Deoiled Slack Waxes
4.2.4.	Storage, Transportation, Commercial Forms, and Producers
4.2.5.	Quality Specifications and Analysis
4.2.6.	Uses
4.3.	Microcrystalline Waxes (Microwaxes)
4.3.1.	Chemical Composition and General Properties
4.3.2.	Division into Product Classes
4.3.3.	Occurrence of Raw Materials and Processing
4.3.4.	Commercial Products and Producers
4.3.5.	Quality Specifications and Analysis
4.3.6.	Uses
4.4.	Legal Aspects
4.5.	Ecology
4.6.	Economic Aspects
4.7.	Candles
5.	Fischer–Tropsch Paraffins
6.	Polyolefin Waxes
6.1.	Production and Properties
6.1.1.	Polyethylene Waxes by High-Pressure Polymerization
6.1.1.1.	Production
6.1.1.2.	Properties
6.1.2.	Copolymeric Polyethylene Waxes by High-Pressure Polymerization
6.1.3.	Polyolefin Waxes by Ziegler–Natta Polymerization
6.1.3.1.	Production
6.1.3.2.	Properties
6.1.4.	Degradation Polyolefin Waxes
6.1.4.1.	Production
6.1.4.2.	Properties
6.1.5.	Polar Polyolefin Waxes
6.2.	Uses
6.2.1.	Nonpolar Polyolefin Waxes
6.2.2.	Polar Polyolefin Waxes
6.3.	Economic Importance
7.	Toxicology
8.	References

Catalogue of Technology Offers

Offer ABOL/96020

Title	Cracking Polyethylene Waste into Wax or Hydrocarbon(s)
Benefit	You work with polymers, or in recycling waste materials
Ideas of implementation	All areas of PE waxes, particularly fusible glues.
Description	PE waste is converted into wax (used for example as a brighter, lubricant for PVC, hot melt adhesive or insulating mass) and/or aliphatic hydrocarbons rich in alpha-olefins (used as bases for biodegradable detergents and plasticisers or, after fractionation, as lubricants, heavy or light solvents or fuels). Polypropylene waste can also be converted into wax. The process consists in pressing waste behind a metallic grid. The radiant heat from a facing refractory wall will cause waste to crack Thermal cracking of polyethylene (PE) waste, for production of artificial wax or other hydrocarbons, is realized using the combustion heat of hydrocarbons in the cracking itself.
Advantages	Environmentally friendly
Stage of development	Available for licence agreement
Type of offer	Process.
Origin	SME
Keywords	wax ; cracking polyethylene ; hydrocarbons ; recycling
Associated documents	picture (click here)
Contact	Laurent VOLLE

Production of wax from polyethylene waste

Project Description

Polyethylene (PE) is a major component of refuse. Usually, the recycling of PE results in a low added value product. In this project the PE waste is here recycled to PE wax which is a high value product with an existing market. PE wax has the same structure as PE but a smaller molecular weight. It is used by the industry as an additive for demanding applications in plastic and rubber processing, colour concentrates, inks etc. The production of wax is accomplished by the pyrolysis of PE in an inert atmosphere at low temperatures. The experimental set-up consists of: a feeding system, a preheater, a continuous fluidized bed reactor, a cyclone and a condenser. The fluidized bed reactor has an internal diameter of 0.108m and an overall height of 0.90 m. Steam is used as fluidizing gas. Wax was successfully produced in different grades and conditions and is now being evaluated for different applications.

Acknowledgements

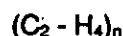
Project funding from EEC Reward, OZR.

POLYETHYLENE

Other names

Polythene
Polyethene
Polyethylene

Molecular formula



Ethylene gas can be polymerised to produce polymers of any desired molecular weight, from oils, greases, and soft waxes at low molecular weights to tough flexible polymers (polyethylene) at high molecular weights.

Physical properties

Density:	900-965 kg/m ³
Bulk Density:	Approx. 500 kg/m ³ (in pellet form)
Autoignition Temperature:	90-130°C
Decomposition Point:	>250°C
Solubility in Water:	NIL

In its basic form, polyethylene is an odourless, translucent solid, usually sold in pellet form for conversion into derivative products. Additives such as stabilisation, slip and antiblock may be present to achieve specific properties. Pigments may be added to obtain coloured products or carbon black for UV protection. The pellets may be converted into powder form.

Polyethylene is one of the most stable and inert polymers, exhibiting very high resistance to chemical attack including alkalis, aqueous solutions, non-oxidising acids and to a lesser extent, concentrated oxidising acids. There may be some affects by organic solvents - at room temperature, polythene resins are almost insoluble in all organic solvents although some absorption, softening or embrittlement may occur. At temperatures above 70°C polythenes will dissolve in some solvents particularly hydrocarbon solvents such as xylene and toluene. The degree of any attack is influenced by the molecular weight of the polyethylene (low molecular weight polymers are more readily attacked than high molecular weight).

Some chemicals such as detergents and silicone oil will cause the phenomena known as environmental stress cracking. Again, molecular weight of the polymer has an influence. Polyethylene is very resistant to water and water vapour and has one of the lowest water absorptions of all commercial plastics.

All oils attack polyethylene to some extent. Mineral oils will dissolve the polymer at elevated temperatures and at lower temperatures they are absorbed causing swelling, discolouration and in the extreme, disintegration. Vegetable and animal oils do not have such a pronounced effect but some may cause environmental stress cracking to occur (tallow for example).

End uses

Polyethylene is a very versatile polymer and is used in a wide variety of applications. The most common is in flexible packaging particularly foodstuffs. This application requires the combination of easy processing into a flexible film, excellent toughness, chemical inertness and the ability to form strong heat seals quickly. Typical flexible packaging examples for low density polythene include bread, frozen food the sealant layer in a laminated structure for confectionery and pet food packaging, the internal/external coating of fibreboard for packaging milk and fruit juices, shrink wrapping and the stretch/cling collation

wrapping of pallets. Other applications include rotomoulded toys, playground/recreational equipment and a range of tanks as well as the insulation and/or jacketing of telecommunications cable, power cable and related network systems. Polyethylene is also used to provide corrosion protection of steel pipe for water distribution and a variety of injection moulded lids for a wide range of containers.

High density polyethylene is most commonly used in blow moulded milk bottles, pressurised thick wall water pipe and very thin carry bags such as supermarket check-out bags.

Production process

Polyethylene was first discovered in 1933 at ICI's Research Laboratory at Winnington, UK, as a result of experiments on ethylene gas at very high pressures. This was followed in 1953 by Zeigler and Natta who found ethylene could be polymerised in the presence of specific transition metal catalysts at relatively low pressures to form high density polyethylene. In response to the challenge to produce low density polyethylene at reduced pressures, Du Pont of Canada successfully developed what was then a speciality polymer involving an alpha olefin copolymerised with ethylene. Union Carbide, with their announcement in 1977, introduced linear low density polyethylene as a lower cost, high volume polymer.

There are two basic categories of processes used to manufacture polyethylene:

- high pressure (used for LDPE)
- low pressure (used for LLDPE and/or HDPE)

Within each category, different processes are used, each of which imparts subtle but important differences to the polymer produced. For the high pressure route, the two most common systems are the stirred autoclave process developed by ICI and the tubular process developed by Union Carbide Corporation. For the low pressure option, there are essentially four different types of processes:

- Gas phase fluidised bed (most common)
- Solution
- Slurry
- Modified high pressure

There are a variety of strengths and weaknesses associated with each high and low pressure process.

For ICI Australia (now Orica Limited), two technologies are being utilised at the Botany, New South Wales, site.

In 1957 the first high pressure autoclave reactor was commissioned to produce 'Alkathene' LDPE. Since then, the number of reaction lines have increased to four and the capacity to approximately 85,000 tonnes. Figure 1 is a flow diagram giving the basic elements of the process. Ethylene from the Olefines Factory is pressurised through a two stage compression process to 1000 - 1700 atmospheres (100-170 MPa) before being fed into the reactor. The polymerisation reaction involves free radical initiation, polymer chain propagation/radical re-combination and chain transfer. The polymerisation is initiated either by oxygen or, more commonly, by one or several of a range of free-radical-producing compounds such as peroxides. The molecular weight is determined by chain transfer using either propane or an alkane. Because the polymerisation reaction is highly exothermic (evolves heat) the temperature of the process must be carefully controlled to avoid a decomposition. Following the polymerisation where the conversion can be 15-25%, unreacted ethylene is separated for recirculation and the molten polymer is pelletised.

In the stirred-autoclave process, residence times in the reactor may be between 30 seconds and 2 minutes. The reactions may be carried out in a zoned vessel to modify the molecular structure of the polymer.

In August 1992, the low pressure gas phase fluidised bed ("Unipol") process was commissioned to produce linear low density polyethylene. The reaction is based on Zeigler-Natta transition metal catalysts. The process operates at pressures of less than 3MPa and involves copolymerising ethylene with an alpha-olefine co-monomer to produce "Alkatuff" linear low density polyethylene.

The polymer molecule grows by insertion of ethylene at the interface between the polymer and the transition metal catalyst. Hydrogen is used for chain termination to control molecular weight. No long chain branching reactions occur, short chain branches are achieved from the co-monomer which, for Alkathene, is hexene - 1.

Figure 2 is a schematic of the process and the reactants involved. The polymer is removed from the reactor through a sequential let down system and enters a purge vessel to strip any residual unreacted hydrocarbons. After purging, the granular or powdery reactor product is pelletised during which additives, such as the stabilisation system, antiblock and slip where necessary, are compounded into the base polymer. The polymer then passes through a blending process to the pack off in either 25kg bags or 20 tonne bulk tankers.

Additives

Many grades of polyethylene incorporate additives to achieve specific properties. The most common include a stabilisation package, slip and antiblock.

The stabilisation package will depend on the polymer and the process used, particularly the presence of any catalyst residues. For high pressure LDPE, a relatively simple thermal stabilisation system is used when other additives are present to protect the polymer during conversion into a finished product. Low pressure polyethylenes however require a more complex system because catalyst residues may be present and the structure of the polymer is different. In both cases the prime role of the stabilisation system is to arrest the formation of gels and lumps. In addition, the application will influence the type of stabilisation system used - for some applications such as flexible films, the stabilisation system is not required after the conversion step, for others such as telephone cable, and pipe protection, the system is required to contribute to the long term performance of the polymer. Another important issue is the concentration of each component. Often, too much will have as many serious consequences as too little. There are also synergistic and antagonistic interactions which can occur between the various additives present and with the polymer itself.

The slip additive is used in grades of polyethylene for flexible packaging film products to reduce the coefficient of friction. Often the film is required to move over metal or other surfaces during the filling or related process. Without the slip additive, the film will "stick" against the metal and significantly slow down the overall rate at which pack can be filled.

In a similar vein, antiblock additives are used to assist the open-ability of film products, particularly bags and primarily during the filling process. The antiblock additives are usually finely ground minerals such as silica to create a minute air gap between the two film surfaces thereby allowing the bag to open easily. The need for antiblock additives decreases with increasing density because of the increasing stiffness.

Other additives used include UV stabilisers to protect the polymer during long term outdoor exposure. Certain carbon blacks offer the best protection however, the consumer often requires the polyethylene in either its natural form or with another colour. In this case, an organic UV stabilisation is required. Low pressure polymers may also require a process aid to assist in overcoming the rheological effect known as "melt fracture" or "sharkskin" and has the appearance of a rough and sometimes lumpy surface. The common process aids used by the industry are based on fluoroelastomers to give the same effect as "non-stick" cookware during processing of the polymer.

When the polymer is used in food contact applications, the additives must comply with the recognised world-wide industry standards concerning type and concentration of each component.

Waste management during manufacture

The common feedstock for the manufacture of polyethylene is ethylene. Other raw materials required depend on the process. For high pressure polyethylene, the other prime requirement is the peroxide initiator. The low pressure systems are more complex - for these, the alpha-olefin co-monomer and the catalyst system are required. Most are hazardous and all are potentially explosive.

The ability to handle and control all components safely without loss and spillage is a critical element to the process. Specific procedures required for each component are designed to accommodate the



particular hazards and dangers. All technicians are trained in the safe operational requirements and hazards for each plant.

Both processes used at the Botany site are continuous (as compared with a batch-wise alternative used for some plastics materials) and not all of the ethylene is converted into a polymer during a single pass through the reactor. The unreacted ethylene is separated from the polymer, cooled and, where appropriate repressurised for recycling around the loop.

The polymerisation reaction does not generate by-products requiring treatment and/or reprocessing.

The equipment is designed to handle ethylene under the appropriate pressures for each process. The controls are designed and set for all key elements and are continuously monitored by computer based systems with a technician back-up.

Polyethylene polymer itself is considered inert and harmless. Any production lot that does not meet the established specification for that grade can be recycled or it is sold at a reduced price for non critical application.

All effluents from the factory are captured and treated, including the removal of any polymer particles before disposal. In most cases, this includes rain-water. The plants have an on-going noise reduction process to minimise the levels at the site boundary. Key elements from each plant have been identified and treated in the best way possible to reduce any contribution to site noise.

Any plant modification or change must pass through a hazard and operation study conducted by qualified personnel to ensure safety standards are maintained.

Compared with the other common polymers such as PVC, polyethylene does not require a plasticiser to achieve flexibility. Total additive levels (when present) are usually less than 1% excluding pigments.

Quality control during manufacture

Total Quality Management using the principles set out in the International Quality Standards are practised in both plants. A quality culture is firmly in place throughout the Polyethylene business area.

The 'Alkathene' and 'Alkatuff' plants are accredited to the Australian and International Quality Standards AS3901/ISO9001 which includes adopting a policy of continued quality improvement.

Quality is controlled via process and despatch specification which are formulated after discussion and agreement with customers. The number of tests and the levels required depend on the grade being produced and the customer/end-use application.

A data base stores all control and quality parameters. This allows for variations to be investigated and the auditing of conformance to the required standard.

There are some common tests for both processes and Alkathene/Alkatuff products. The basic properties include:

- control of molecular weight as indicated by the melt flow index. (This test uses the principle that the melt viscosity increases with molecular weight. Hence the test is based on the flow of molten polymer through a standard sized hole in a die under carefully controlled temperature and pressure. The unit for this test is grams per 10 minutes.)
- control of density (units kilogram per cubic metre)
- additive type and level (expressed in parts per million)
- contamination - level/type including moisture, streamers/fines, oxidised polymer.
- film quality (the presence of lumps, streaks and other defects which will impair the appearance and performance of the final product)
- catalyst residues (where necessary) for the low pressure process
- pellet geometry and cut.

Personnel

There is a wide range of careers associated with the production of polyethylene including:

Production

- Chemical plant operators.

Production Support

- Engineering - Chemical, mechanical, electrical, civil.
- Laboratory - Chemicals, laboratory technicians.
- Administration - General management, quality management, accounting, purchasing, human resources, safety occupational health, secretarial, computing, training.
- Maintenance - Mechanical trades, instrument/electrical technicians.
- Transport/stores - Drivers, store/stock control.

Some of these may be provided by 'contract labour', consultants etc or may be combined with other factories on the site depending upon the complexity, duration and extent of the work to be performed.

Business

- Business Manager
- Marketing Manager
- Technology Manager

Business support

- Accountants - Management - Financial
- Distribution Officer
- Production Scheduler

Sales

- National Sales Manager
- State Sales Managers
- Account Managers
- Customer Service Officers

Technical Support

- Technical service management and officers
- Research scientists.

Future technologies

Following many recent announcements by leading industry participants, it is clear the polyethylene industry has entered a very dynamic era. New catalyst technology particularly single site or metallocene are as revolutionary as the Ziegler-Natter discovery was in 1953. The options for polymerising ethylene have increased dramatically with the ability to tailor polymers from the reaction stage. In addition, the industry has taken on new directions with the ability to introduce different co-monomers such as long chain alpha olefins and styrene. The emerging technologies also include a bi-modal molecular weight distribution polymers produced on the low pressure process which offer significant potential as a viable alternative to the high pressure polymers in certain applications and end-uses. Other options include the ability to graft onto the polymer back-bone certain species to obtain specific properties.

Handling

Storage and Transport

Polyethylene is not defined as a Dangerous Good by the Australian Code for the Transport of Dangerous Goods by Road and Rail. Accumulation of dust and spilled powder should be prevented.

Personal Protection

Wear overalls, safety glasses and impervious gloves. Avoid generating and inhaling dusts. If dust or fumes exist, wear dust mask meeting the requirements of AS 1715 and AS 1716. Use with adequate ventilation. Do not enter bulk storage silos or bins. Always wash hands before smoking, eating, drinking or using the toilet. When handling melt, or where there is a risk of being splashed with molten material, wear impervious gloves, full face shield and overalls.

Spills

Spilled granules are slippery under foot. Avoid accidents, clean up immediately. Sweep up, but avoid generating dust. Collect and seal in properly labelled containers for disposal.

Disposal

Refer to the State Land Waste Management Authority. Polyethylene is normally suitable for disposal at approved land waste site. It is also suitable for incineration by an approved agent.

Fire/Explosion Hazards

Polyethylene is combustible and can melt and flow in a fire situation. On burning it will emit fumes including oxides of carbon and organic chemicals such as methane, ethane, aldehydes, ketones and acrolein. The exact nature of decomposition products will depend upon exposure conditions - temperature, availability of oxygen and presence of other materials. Polyethylene decomposes on heating emitting noxious fumes. Fire fighters are to wear self-contained breathing apparatus if there is a risk of exposure to vapour or products of combustion. Use a water spray, water fog, foam, carbon dioxide or dry chemical powder on residual fires.

First aid

Ingestion

Considered to be a non-irritant. Seek medical advice.

Eyes

May cause physical irritation to the eyes. Irrigate with copious quantities of water for 15 minutes. Seek medical assistance if effect persists. Fumes from burning polyethylene may cause irritation. For contact with molten material, treat as for skin burns. Seek medical advice.

Inhalation

Inhalation of airborne particles may lead to mild respiratory irritation. Fumes from molten or burning polyethylene can cause respiratory irritation, headache and nausea. Remove from exposure - avoid becoming a casualty. Allow patient to assume most comfortable position and keep warm. Keep at rest until fully recovered. Seek medical advice if effects persist.

Skin

Polymer pellets and powder can have an abrasive effect on the skin. Exposure to molten polymer will cause serious burns and adhere strongly to the skin. For skin burns, immediately flood the area with plenty of water and cover with a clean dry dressing. If molten material should contact the skin and adhere, cool quickly with running water - DO NOT ATTEMPT TO REMOVE. Seek immediate medical assistance.

Toxicity

All available information indicates that the toxicity of polyethylene is far lower than is likely to produce a hazard under industrial circumstances.



Attachments

Low density polyethylene production

High pressure process

Low pressure process

Linear low density polyethylene production process.

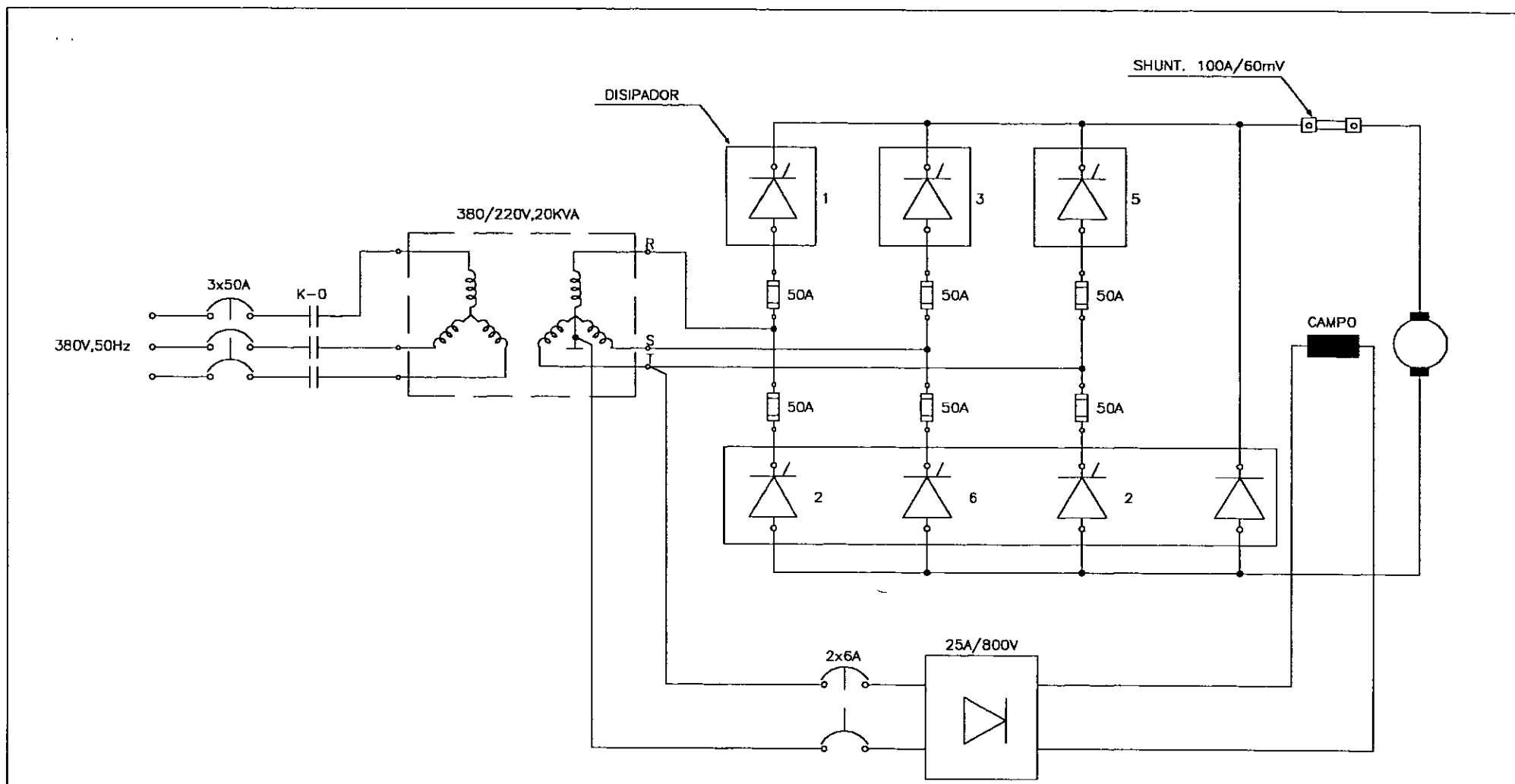
Orica Limited

November 1996

Copyright 1996–1998 Orica Limited, ACN 004 145 868.

31/10/2004 00:00

ANEXO 2. PLANOS DE DISEÑO.



FIRMAS	FECHA
PROY. A.P.L.	SEPT.99
DIB. P.T.M.	SEPT.99
REV. A.P.L.	SEPT.99
APROB. A.P.L.	SEPT.99



INSAA INGENIERIA LTDA.

F FAMEGA

N°	FECHA	REVISIONES	DIB.	REV.	APR.
△					
△					
△					
△	SEPT.99	PARA REVISION Y COMENTARIOS	P.T.M.	A.P.L.	A.P.L.

ESCALA: S/E
FILE: 9838dr01
REEMPLAZA
AL PLANO
REEMPLAZADO
POR PLANO

FIRMAS	FECHA
PROY.	
DIB.	
REV.	
APROB.	

DESIGNACION:

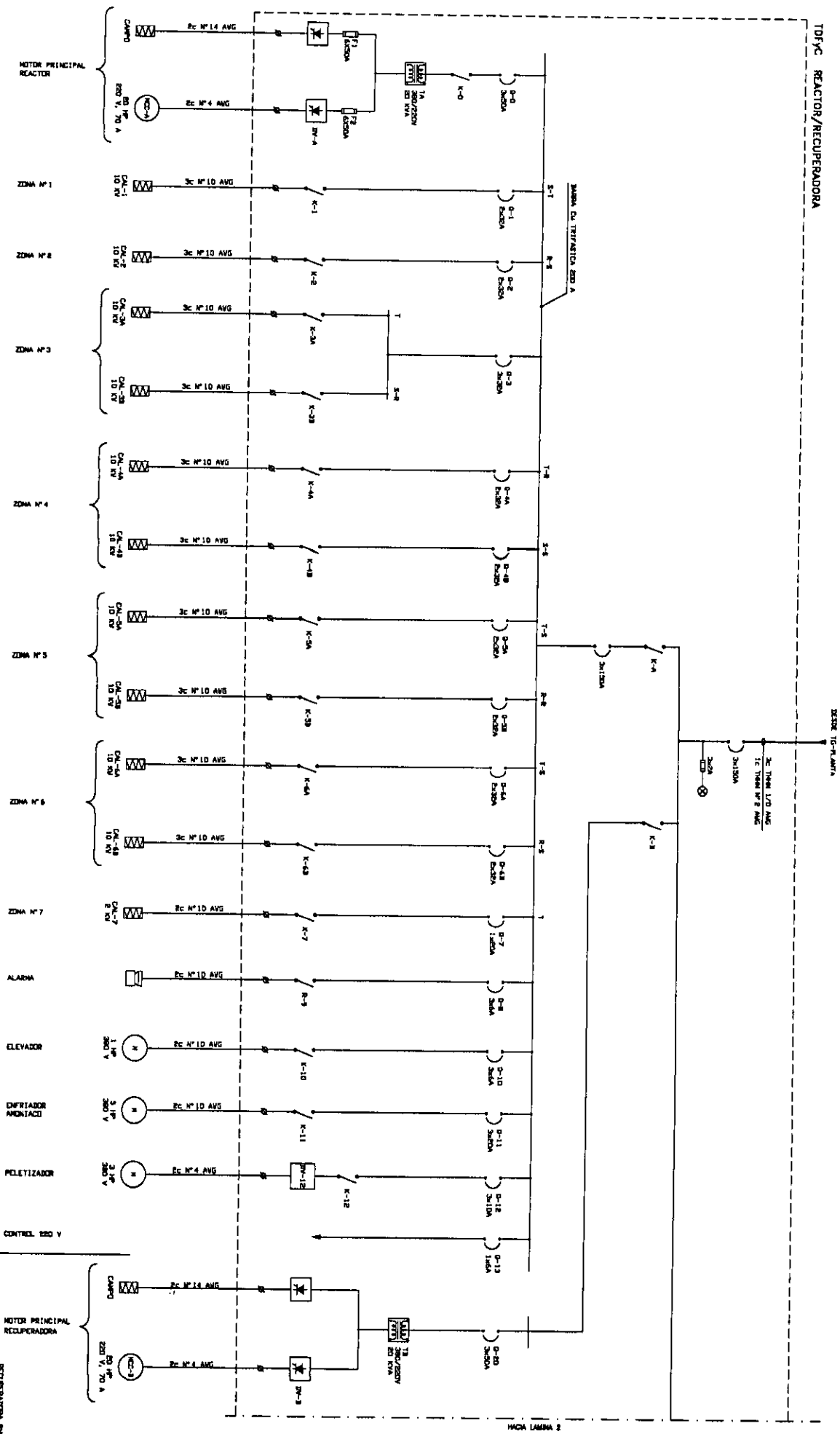
REACTOR CRACKING
DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL
PUENTE RECTIFICADOR

LAMINA 1 DE 1

TRAB. ING. N°
FAM-9838

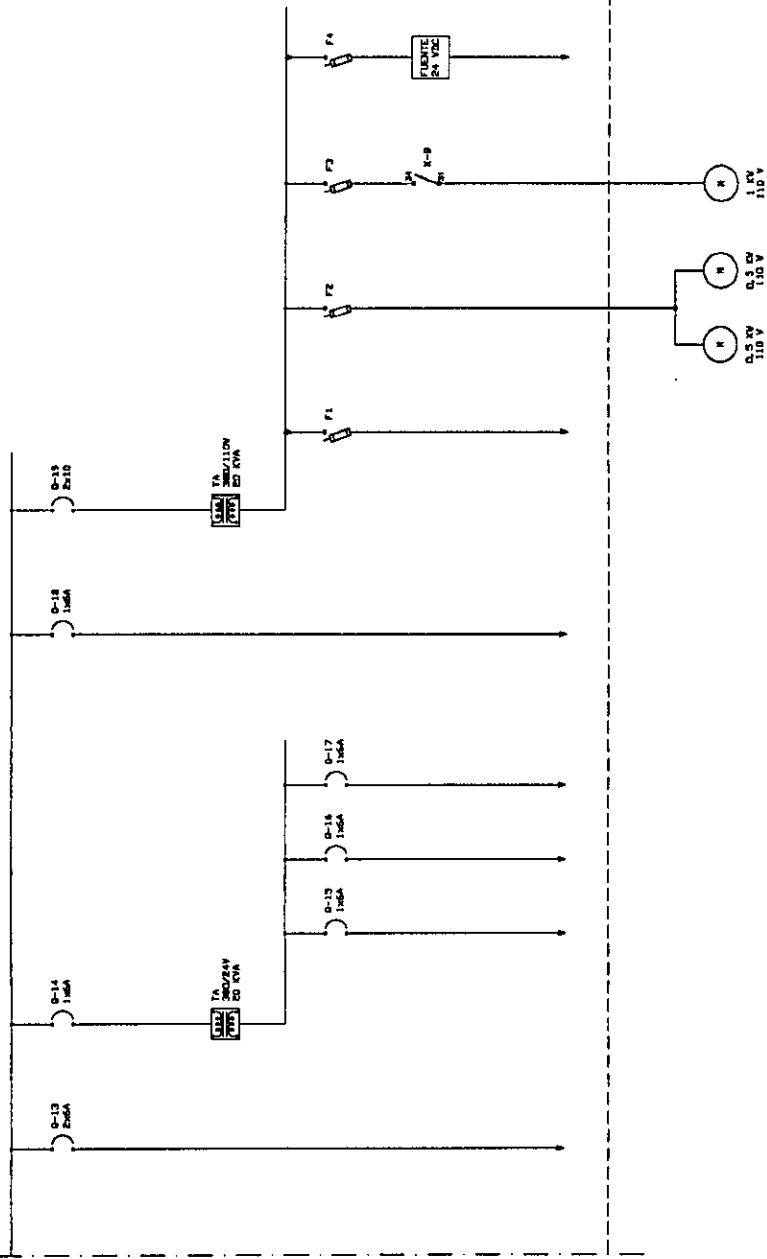
N° DE PLANO
9838-DR-01
REV.
A

TDIYC REACTOR/RECUPERADORA



INSAA INGENIERIA LTDA.		E FAMEGA	
REACTOR CALIENTE		DIAGRAMA Y CONTROL	
LÁMINA 1 DE 2		9838-DU-01 A	
AUTORIZADO: 07/1/98		AUTORIZADO: 07/1/98	

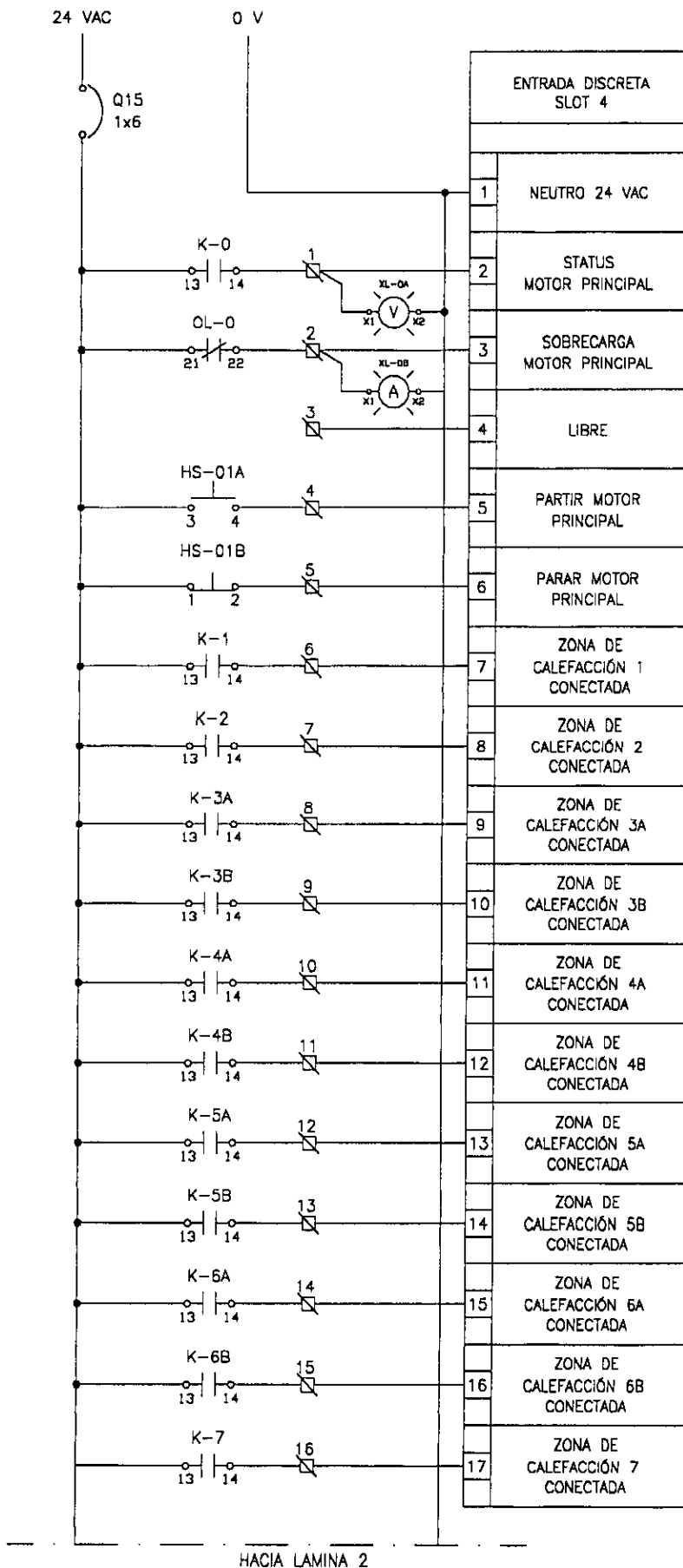
TDFYC REACTOR/RECUPERADORA



CONTROL 110 V
ALIM. PLC
MÓDULO SALIDAS
MÓDULO ENTRADAS
CONTROL 24 V
LÍNEA
LÍNEA
VENT. 1
VENT. 2
VENT. PROYECTO
CONTROL

FAMEGA	
INSAA DECDDEDA LINA	REACTOR CRACKING
REACTOR CRACKING	DIAGRAMA DE CABLEADO
DIAGRAMA DE CABLEADO	LAJUNA 2 DE 2
LAJUNA 2 DE 2	9838-DU-02 A
9838-DU-02 A	9838-DU-02 A

PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR
PROYECTO	REVISOR	PROYECTO	REVISOR



ENTRADA DISCRETA SLOT 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NEUTRO 24 VAC																	
STATUS MOTOR PRINCIPAL																	
SOBRECARGA MOTOR PRINCIPAL																	
LIBRE																	
PARTIR MOTOR PRINCIPAL																	
PARAR MOTOR PRINCIPAL																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 1 CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 2 CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 3A CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 3B CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 4A CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 4B CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 5A CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 5B CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 6A CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 6B CONECTADA																	
ZONA DE CALEFACCIÓN 7 CONECTADA																	

FIRMAS		FECHA
PROY.	A.P.L.	SEPT. 99
DIB.	P.T.M.	SEPT. 99
REV.	A.P.L.	SEPT. 99
APROB.	A.P.L.	SEPT. 99



INSAA INGENIERIA LTDA.



FAMEGA

FILE:	9838de01
REEMPLAZA	
REEMPLAZADO	
POR PLANO	

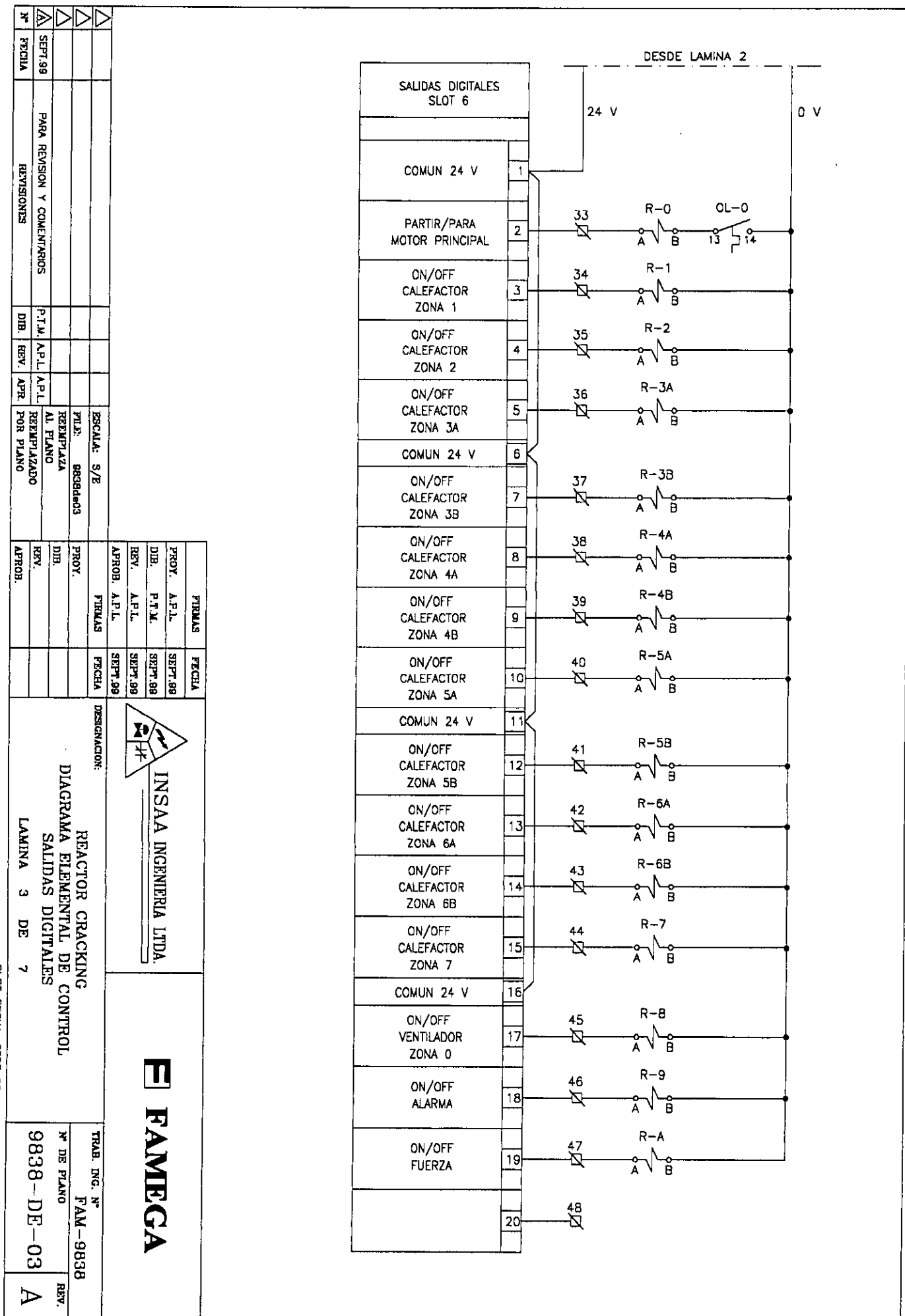
ESCALA:	9/E
PROY.	
DIB.	
REV.	
APROB.	

INSAA INGENIERIA LTDA.

FAMEGA

REACTOR CRACKING
DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL
ENTRADAS DIGITALES
LAMINA 1 DE 7

TRAB. ING. N°	FAM-9838
N° DE PLANO	9838-DE-01
REV.	A



△						
△						
△						
△	SEPT.99	PARA REVISION Y COMENTARIOS	P.T.M.	A.P.L.	A.P.L.	
N°	FECHA	REVISIONES	DIB.	REV.	APR.	

ESCALA: S/E
 FILE: 9838de04
 REEMPLAZA
 AL PLANO
 REEMPLAZADO
 POR PLANO

FIRMAS	FECHA
PROY. A.P.L.	SEPT.99
DIB. P.T.M.	SEPT.99
REV. A.P.L.	SEPT.99
APROB. A.P.L.	SEPT.99
FIRMAS	FECHA
PROY.	
DIB.	
REV.	
APROB.	



INSAA INGENIERIA LTDA.

DESIGNACION:

REACTOR CRACKING
 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL
 ENTRADAS ANALOGAS

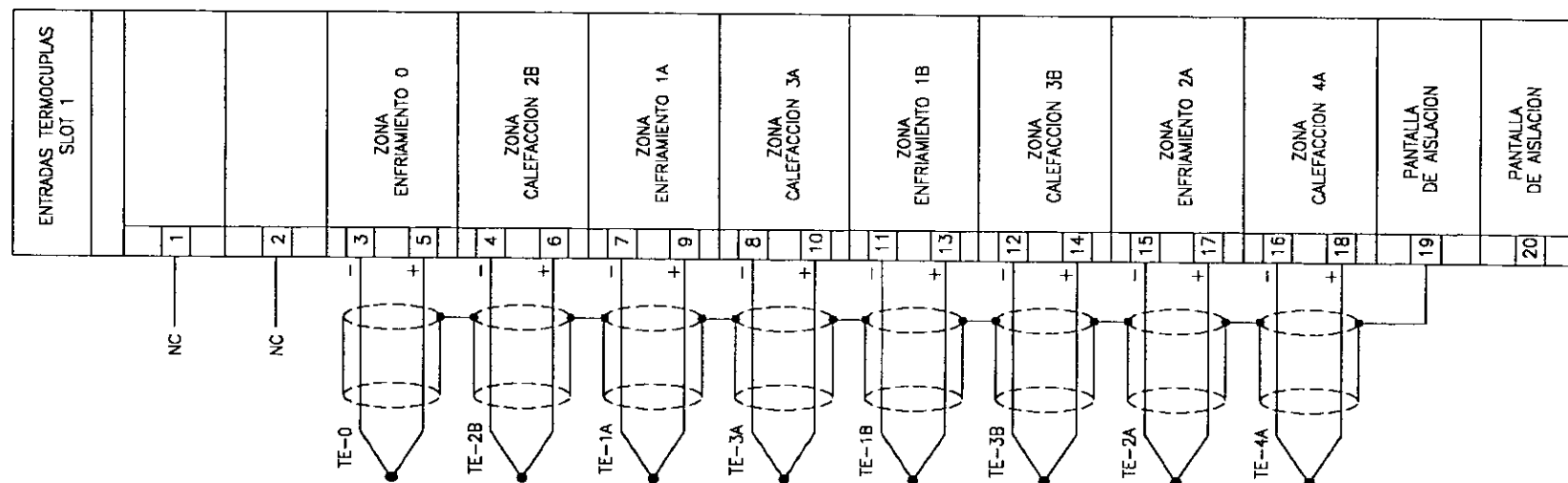
LAMINA 4 DE 7

F FAMEGA

TRAB. ING. N°
 FAM-9838

N° DE PLANO
 9838-DE-04

REV.
 A



△					
△					
△					
△	SEPT.99	PARA REVISION Y COMENTARIOS	P.T.M.	A.P.L.	A.P.L.
N°	FECHA	REVISIONES	DIB.	REV.	APR.

ESCALA: S/E
 FILE: 9838d-05
 REEMPLAZA
 AL PLANO
 REEMPLAZADO
 POR PLANO

FIRMAS	FECHA
PROY. A.P.L.	SEPT.99
DIB. P.T.M.	SEPT.99
REV. A.P.L.	SEPT.99
APROB. A.P.L.	SEPT.99
FIRMAS	FECHA
PROY.	
DIB.	
REV.	
APROB.	



INSAA INGENIERIA LTDA.

DESIGNACION:

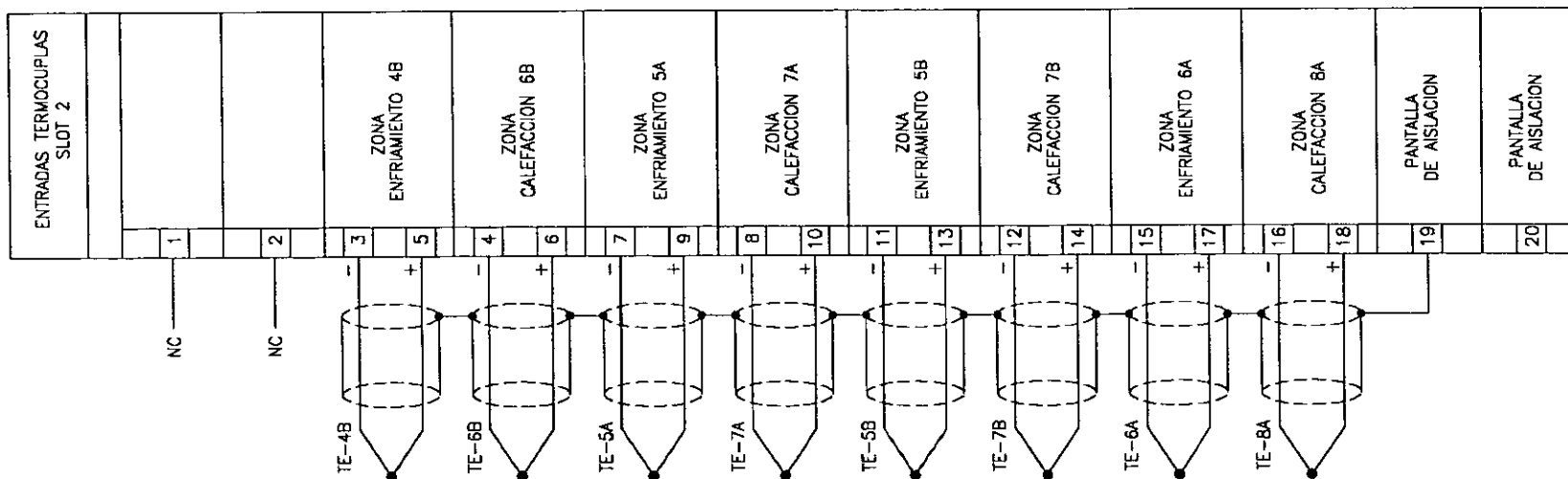
REACTOR CRACKING
 DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL
 ENTRADAS ANALOGAS
 LAMINA 5 DE 7

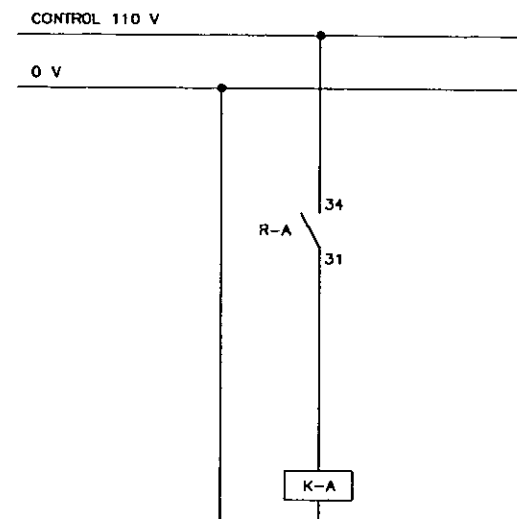
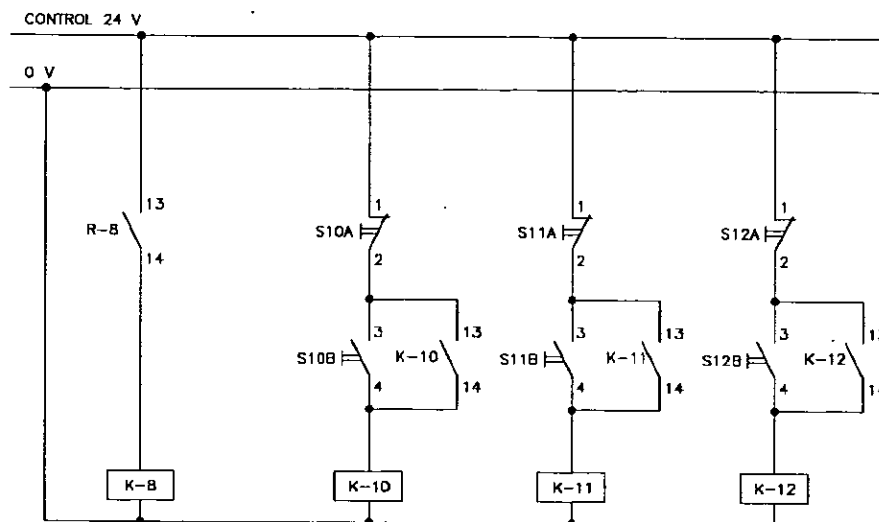
F FAMEGA

TRAB. ING. N°
 FAM-9838

N° DE PLANO
 9838-DE-05

REV.
 A





FIRMAS	FECHA
PROY. A.P.L.	SEPT.99
DIB. P.T.M.	SEPT.99
REV. A.P.L.	SEPT.99
APROB. A.P.L.	SEPT.99



INSAA INGENIERIA LTDA.

F FAMEGA

DESIGNACION:

REACTOR CRACKING
DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL
CONTROL 110 V - 24 V

LAMINA 6 DE 7

TRAB. ING. N°

FAM-9838

N° DE PLANO

9838-DE-06

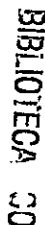
REV.

A

△						ESCALA: S/E
△						FILE: 9838de06
△						REEMPLAZA AL PLANO
△	SEPT.99	PARA REVISION Y COMENTARIOS	P.T.M.	A.P.L.	A.P.L.	REEMPLAZADO POR PLANO
N°	FECHA	REVISIONES	DIB.	REV.	APR.	

PL0T-FECHA: SEPT. 99

FILE-CAD: C:\PTN\FAMEGA\9838\9838de06.dwg

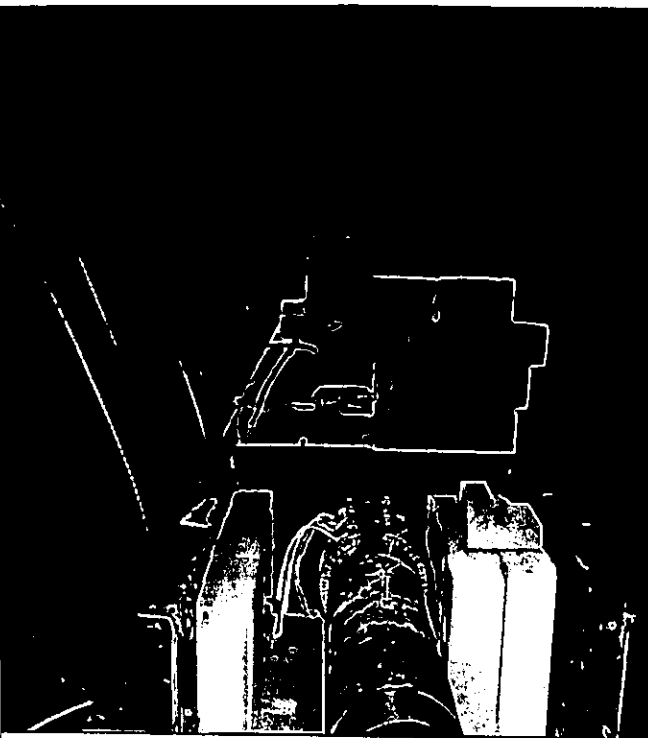
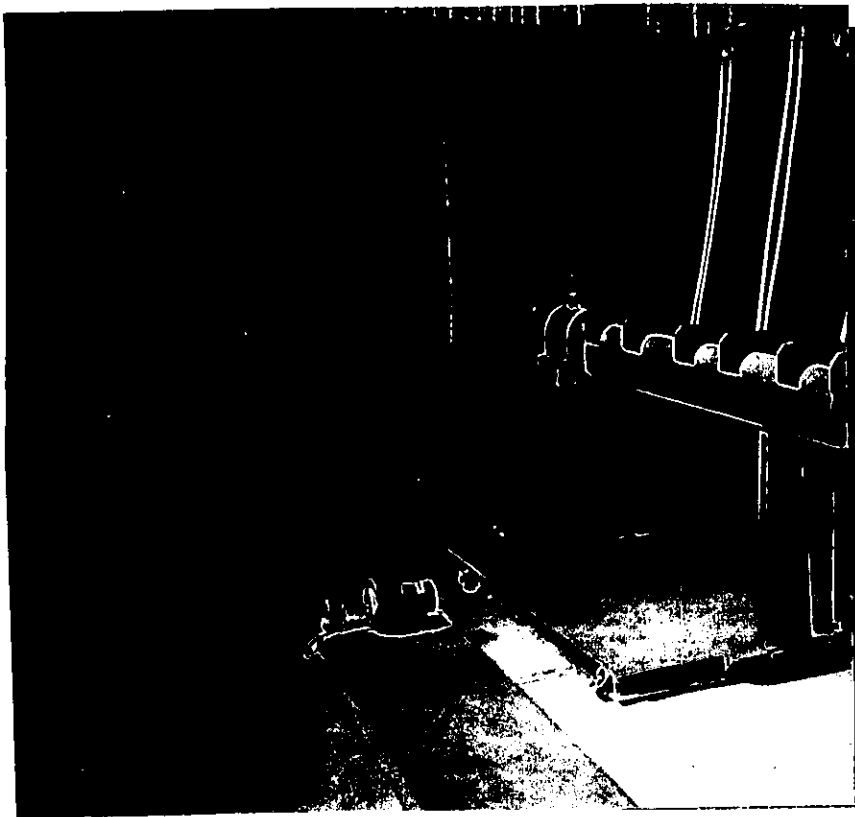
**F FAMEGA**DESIGNACION:

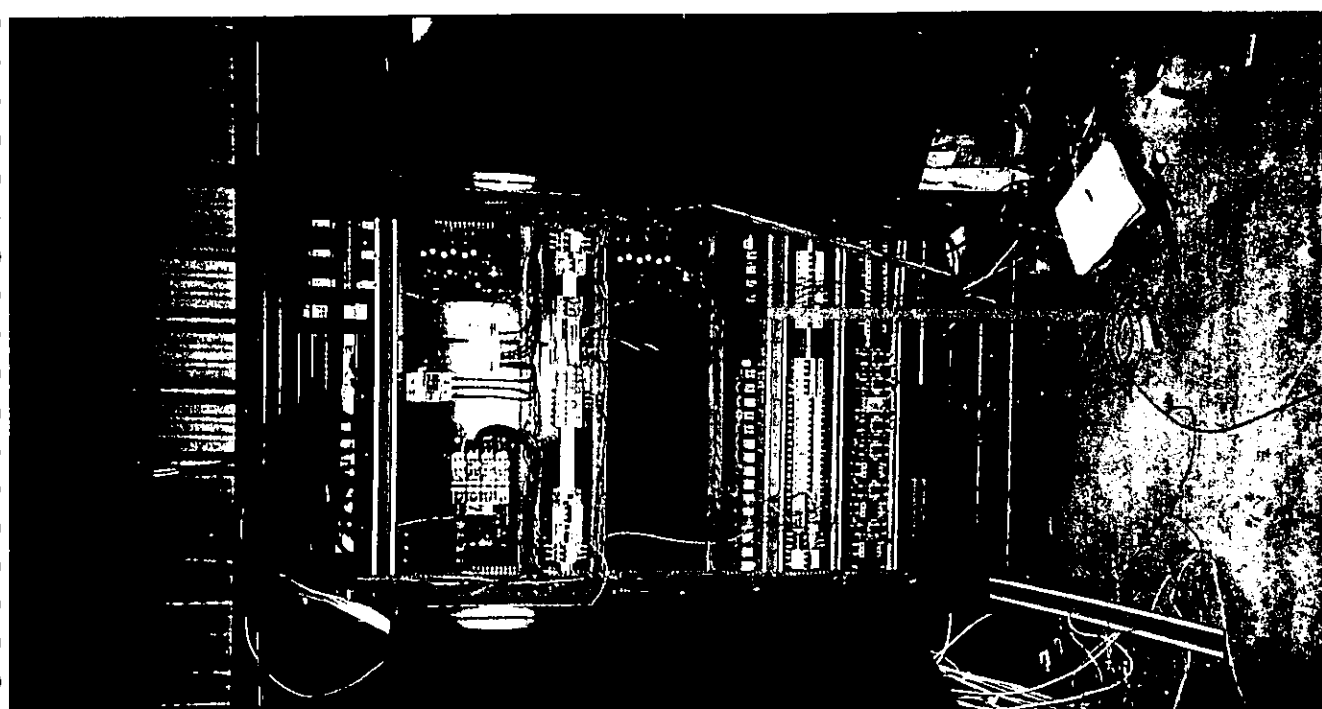
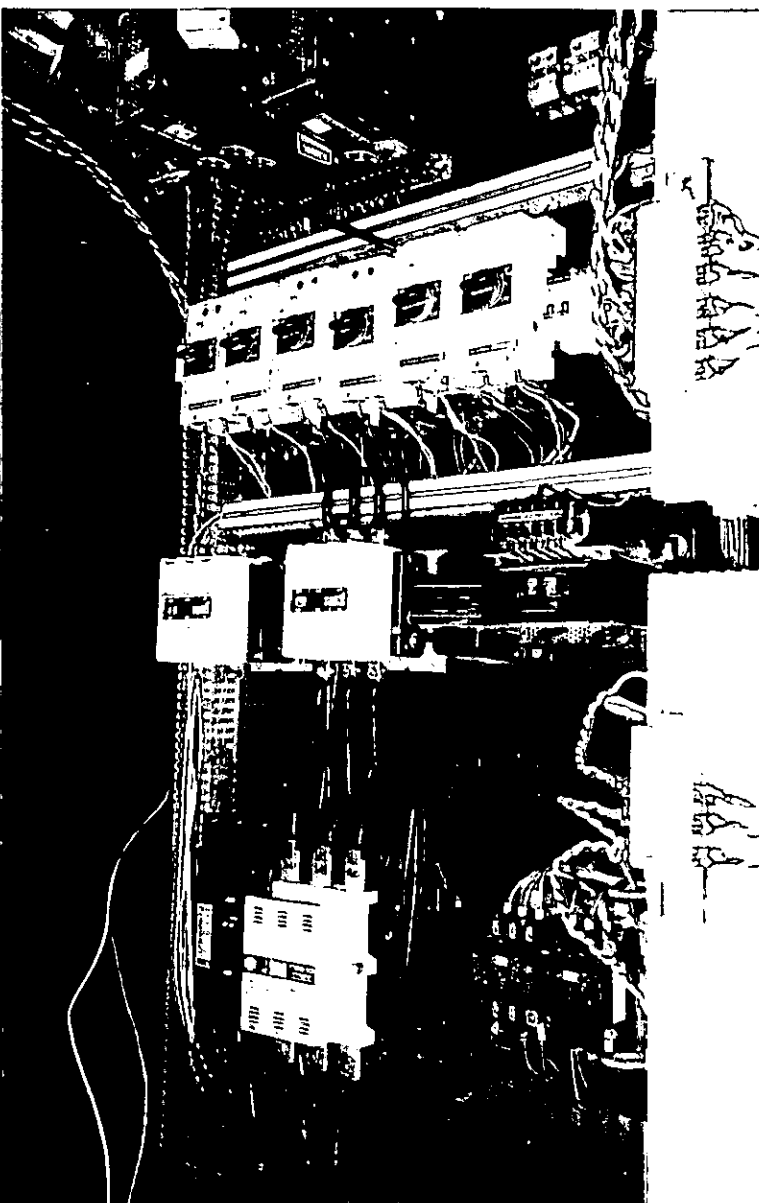
TRAB. ING. N°
FAM-9838

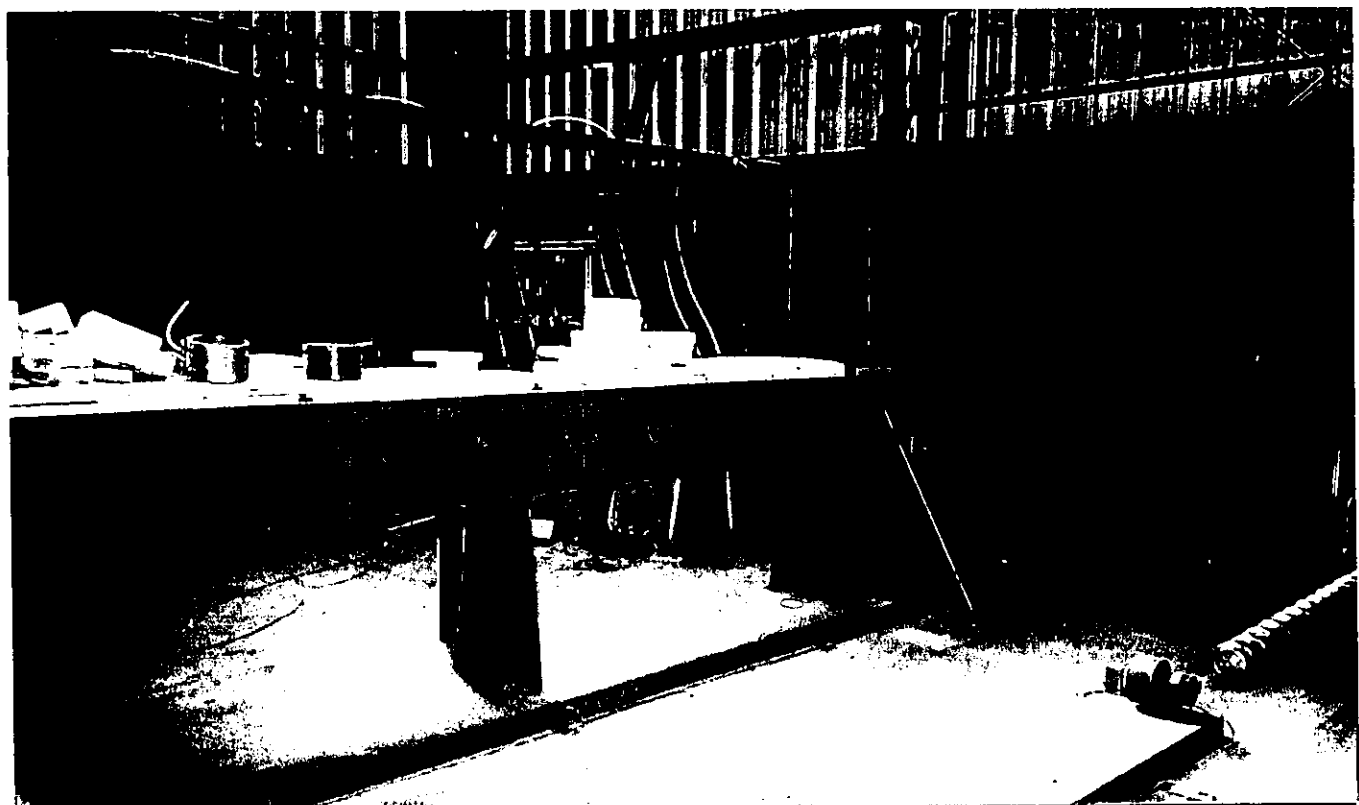
Nº DE PLANO	REV.
9838-DE-07	A

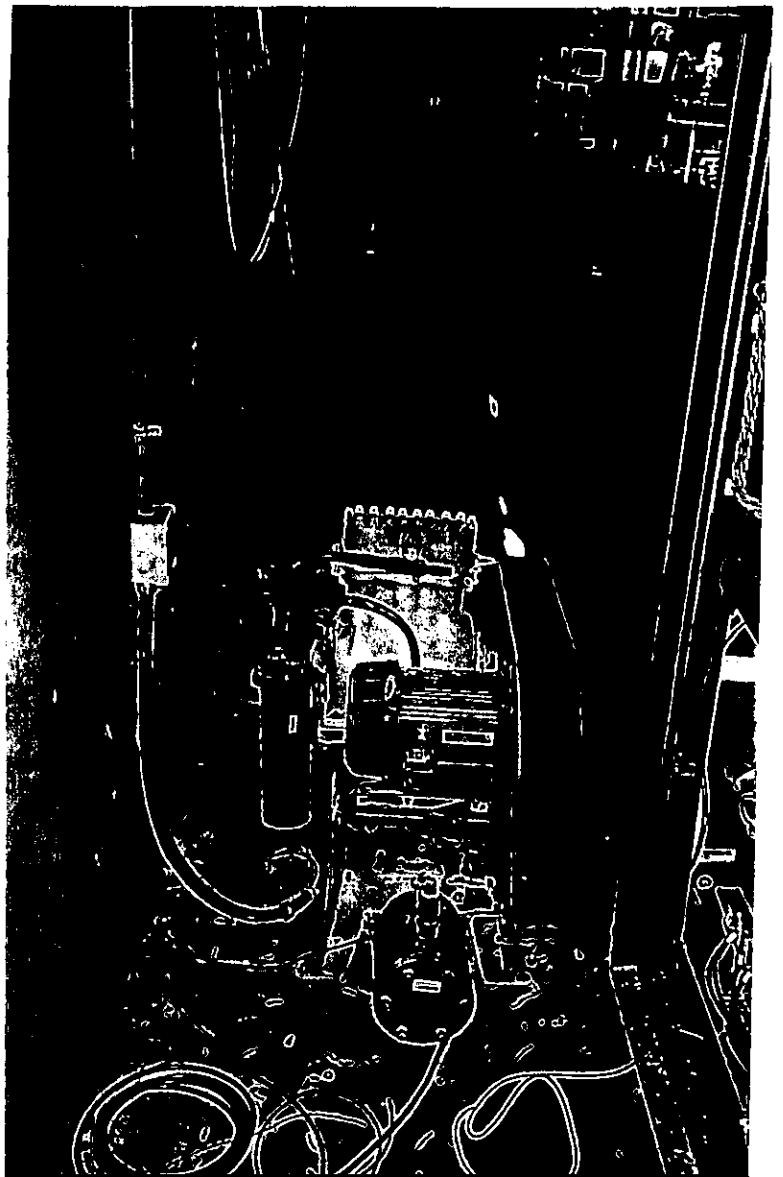
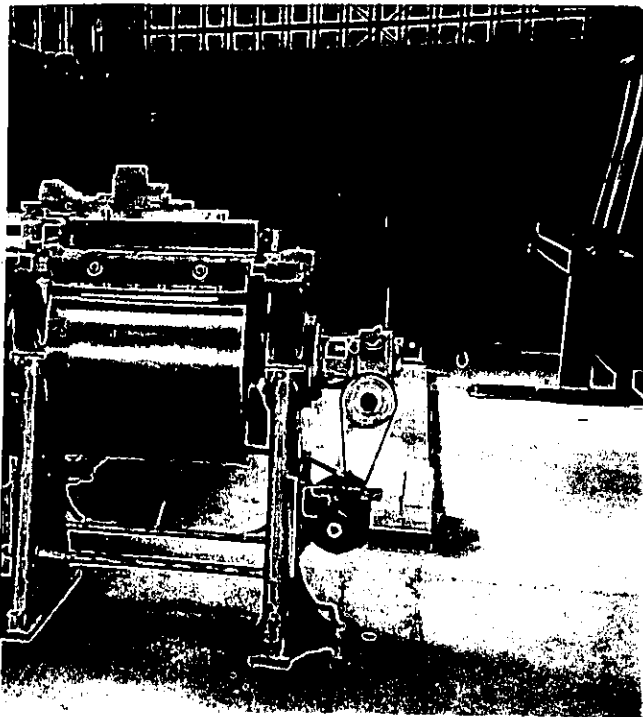
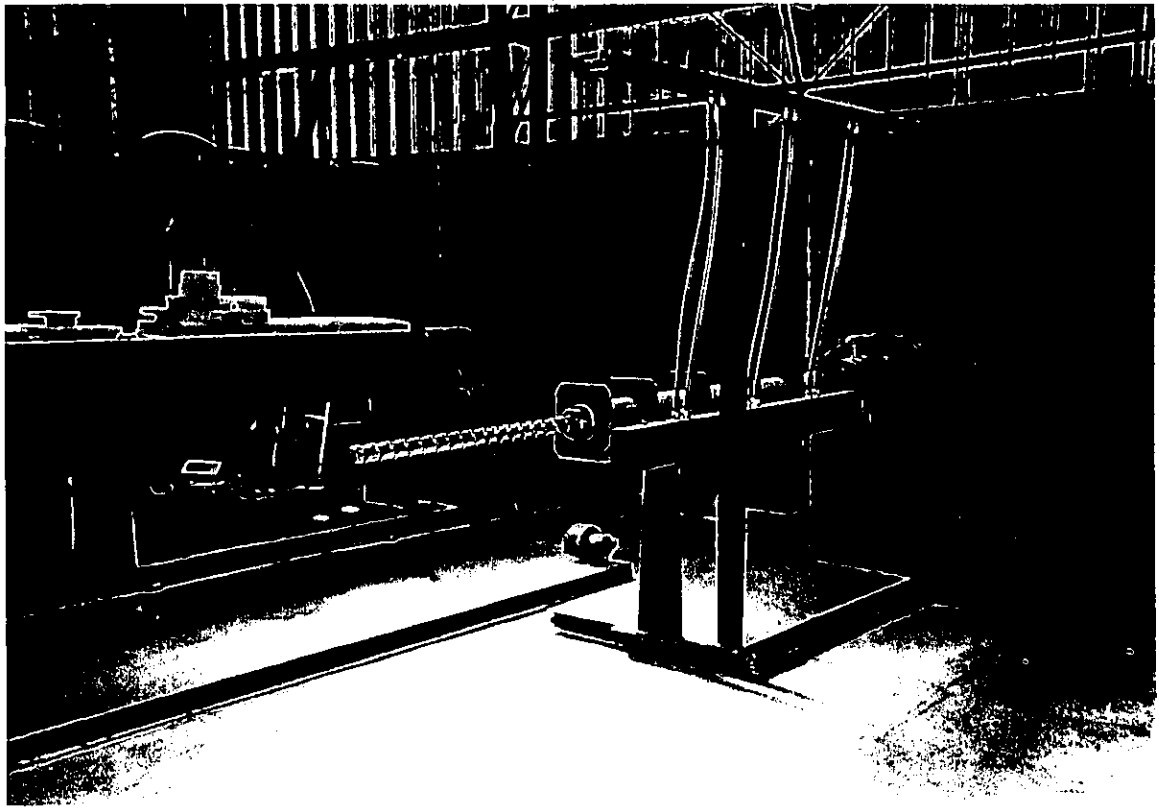
PLOT-FECHA: SEPT. 99

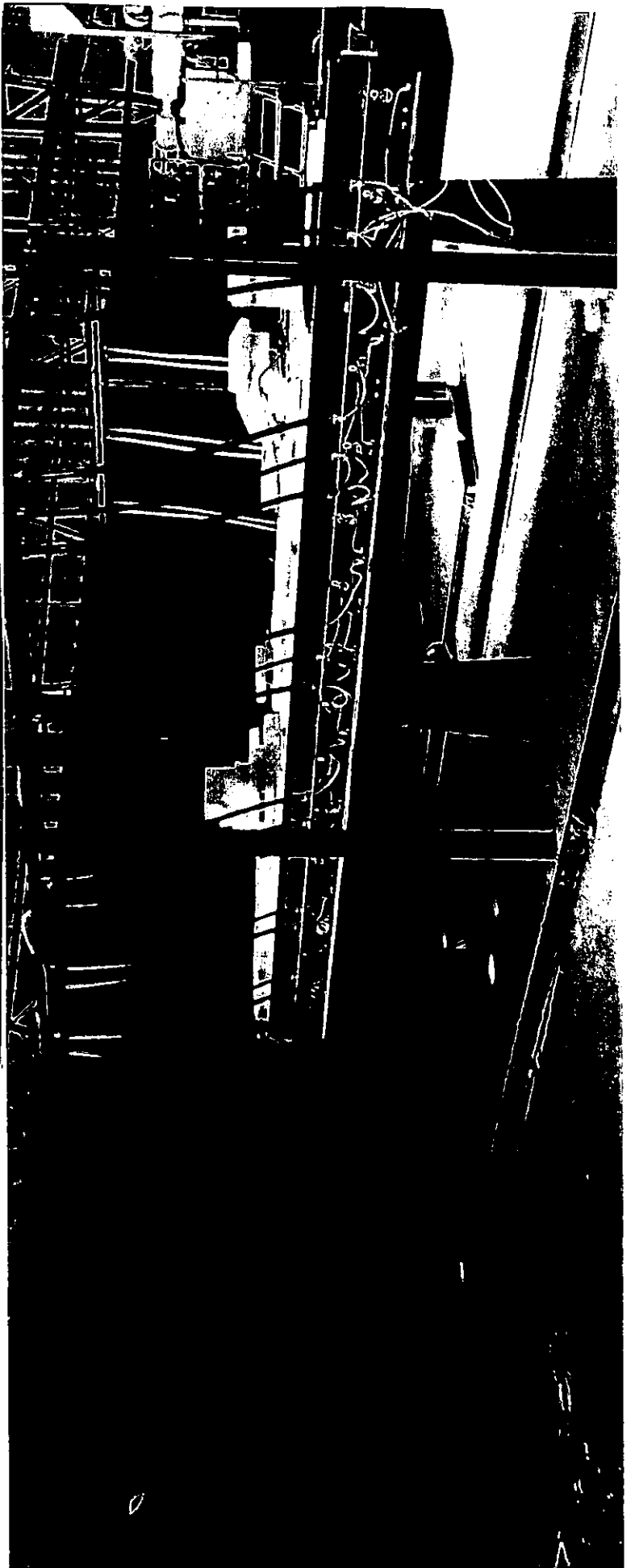
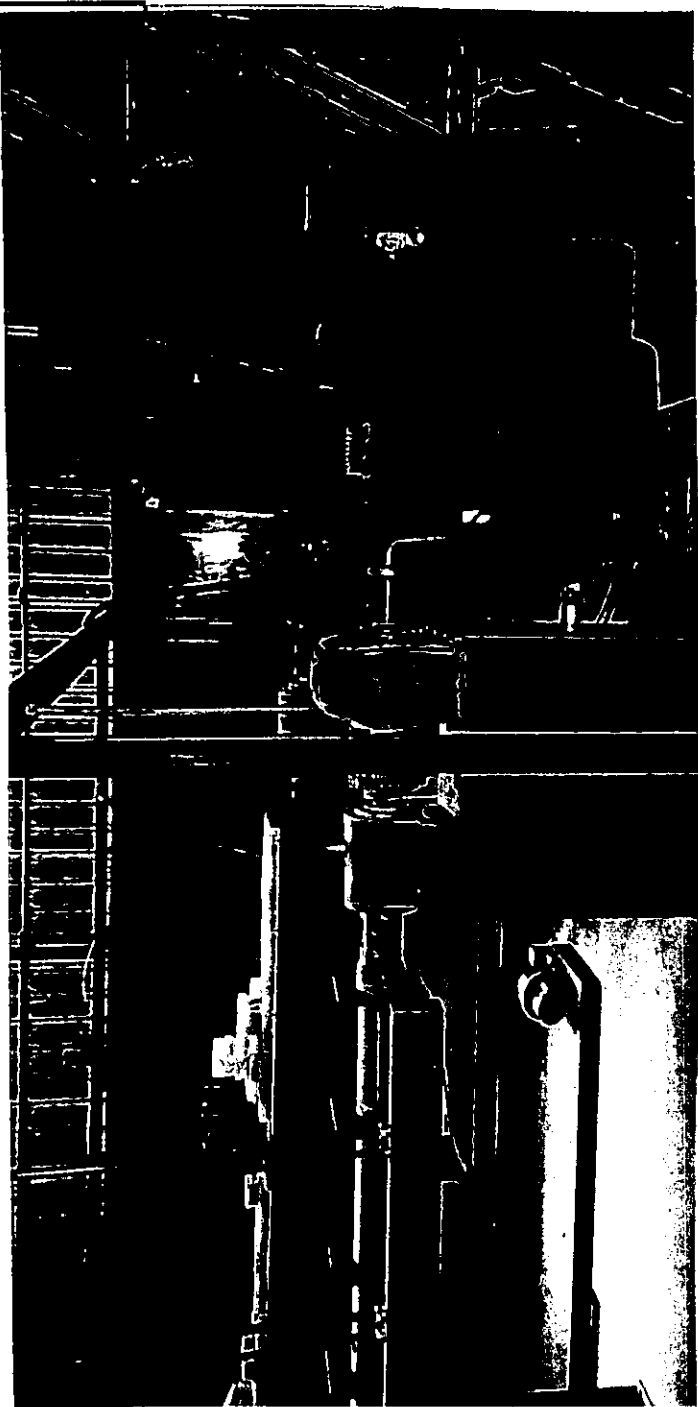
ANEXO 3. FOTOGRAFIAS DE CONSTRUCCIONES.

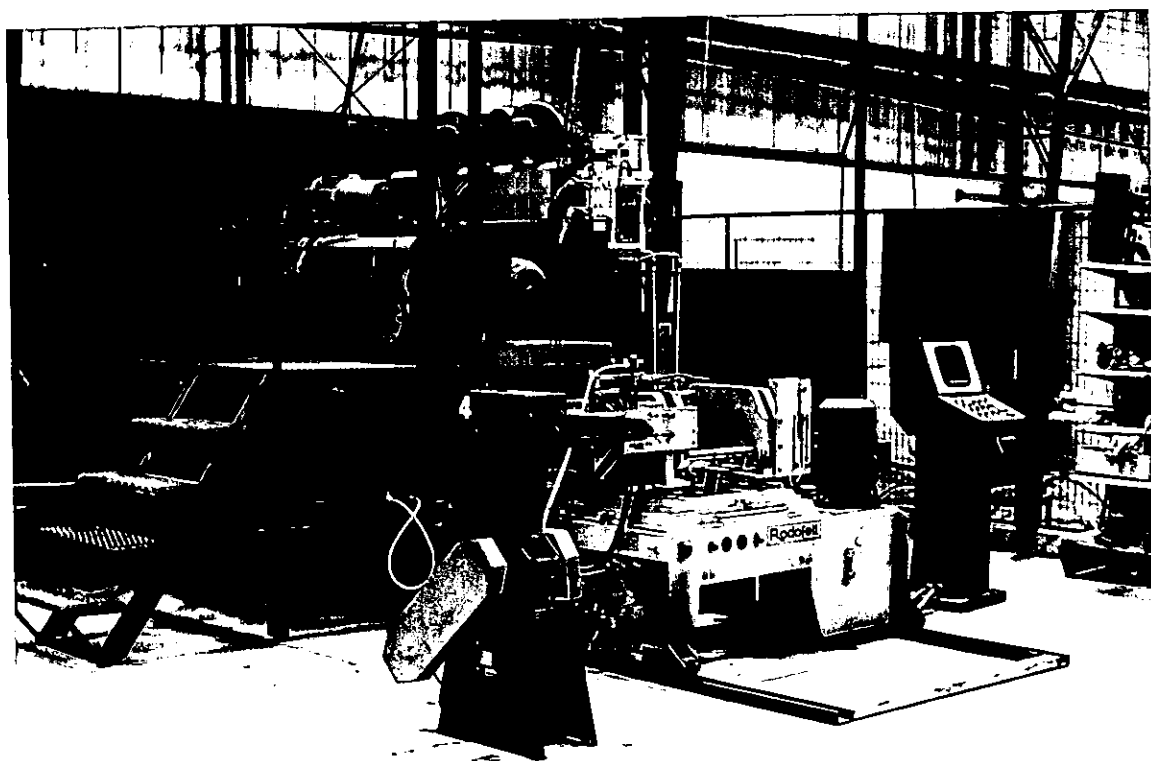
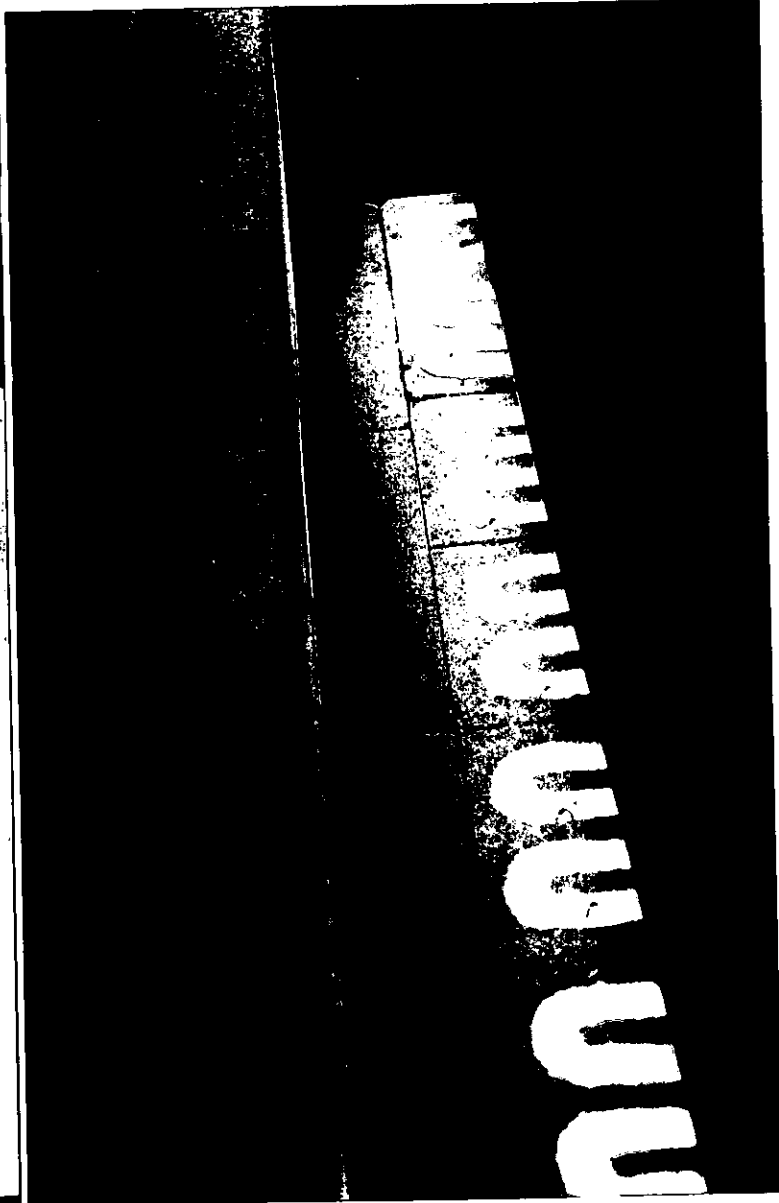
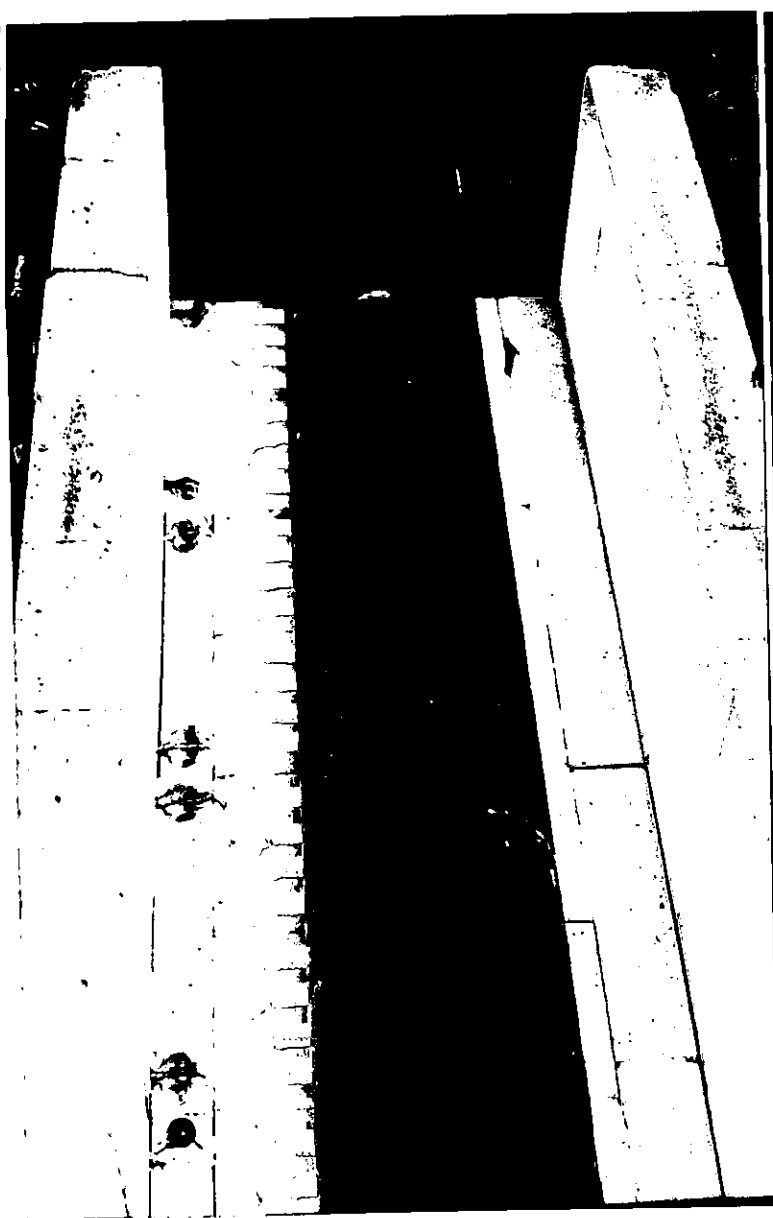












ANEXO 4
RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

ANEXO 4
RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

FECHA : ENERO 2000.

1.ANTECEDENTES GENERALES.

CODIGO PROYECTO	98-1413
TITULO PROYECTO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REACTOR PROTOTIPO PARA LA FABRICACIÓN DE CERAS POLIETILENICAS.
EMPRESA	FAMEGA S. A.
INFORME DE AVANCE	2
TOTAL INFORME DE AVANCE	2

2.CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES.

2.1. ACTIVIDADES PROGRAMADAS (Según Carta Gantt)
1. Recopilación de Antecedentes. 2. Análisis y Evaluación. 3. Diseño Básico de Reactor Prototipo. 4. Diseño Detallado de Reactor Prototipo. 5. Construcción de Reactor Prototipo. 6. Puesta en marcha 7. Rediseño y ajustes 8. Pruebas finales.
2.2. ACTIVIDADES EFECTIVAMENTE DESARROLLADAS.
1. Recopilación de Antecedentes. 2. Análisis y Evaluación. 3. Diseño Básico de Reactor Prototipo. 4. Diseño Detallado de Reactor Prototipo. 5. Construcción de Reactor Prototipo. 6. Puesta en marcha 7. Rediseño y ajustes 8. Pruebas finales.

ANEXO N° 6
IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.

ANEXO N° 6**IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.**

CODIGO PROYECTO	98-1413
TITULO PROYECTO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REACTOR PROTOTIPO PARA LA FABRICACIÓN DE CERAS POLIETILENICAS.
EMPRESA	FAMEGA S. A.

Como resultado de esta investigación se obtuvo:

- El diseño y construcción de una Planta Piloto para la obtención de Ceras Polietilénicas, cuya etapa de mayor impacto innovativo se encuentra en el reactor de cracking de polietileno de alto peso molecular.
- Los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras obtenidas en la etapa experimental de este estudio muestran Ceras Polietilénicas de características semejantes a las de origen importado.

La implementación de los resultados se verán una vez que la Empresa instale una planta productiva para poder abastecer el mercado nacional. Como estrategia comercial desarrollará promociones a través de medios de comunicación(Internet, avisos en revistas especializadas, periódicos, ferias) . Además capacitará a vendedores para la venta de este nuevo producto.

BIBLIOTECA COREL