



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
**CIENCIAS APLICADAS  
A LA INDUSTRIA**



**PROYECTO FINAL**

**PRODUCCIÓN DE  
CARBOXIMETILCELULOSA  
SÓDICA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

**Autores:**  
**Ureta Maira**  
**Scollo Elías**

**Directora: Martínez Silvana**  
**Codirectora: Lobaglio Alejandra**

**2024**



**Proceso de obtención de la carboximetilcelulosa sódica a partir del bagazo de caña de azúcar.**

**Autores:** Maira Ureta – Elías Scollo.

**Carrera:** Ingeniería Química con orientación Petroquímica.

**Director:** Silvana Martínez.

**Co- director:** Alejandra Lobaglio.

Aprobado por:

.....  
Presidente: Nombre y firma

.....  
Fecha

.....  
Director: Nombre y firma

.....  
Fecha

.....  
Codirector: Nombre y firma

.....  
Fecha

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA**  
**San Rafael-Mendoza-Argentina**  
**2024**

# Producción de Carboximetilcelulosa Sódica

Autor/a: Elías Scollo  
Autor/a: Maira Soledad Ureta

Título al que se aspira: Ingeniera Química.

Trabajo aprobado por:

_____ Presidente Nombre y Firma	_____ 22/11/2024 _____ Fecha
_____ Vocal Nombre y Firma	_____ 22/11/2024 _____ Fecha
_____ Vocal Nombre y Firma	_____ 22/11/2024 _____ Fecha
_____ Director/a Nombre y Firma   Martinez Silvana	_____ 22/11/2024 _____ Fecha

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA**

**San Rafael, Mendoza, 2025**  
(Lugar, Año)



## AGRADECIMIENTOS

### **De Maira:**

*Agradezco a Dios y a mi familia que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, a mi mamá Mabel y papá Francisco, que me motivaron con sus enseñanzas a seguir a pesar de los obstáculos, a mis hermanas Daniela y Valeria que siempre fueron incondicionales estando siempre presente en los buenos y malos momentos.*

*Agradezco a todos mis amigos que me acompañaron siempre, y a todas las personas que conocí en el trayecto de mis estudios que en distintas formas me brindaron apoyo.*

*Por último, quiero agradecer a la Facultad de Ciencias a la Industria, por ser mi segundo hogar y formarme tanto profesionalmente como personalmente.*

### **De Elías:**

*Quiero comenzar este espacio agradeciendo profundamente a Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza, a lo largo de este camino y que me haya permitido llegar hasta aquí. Su presencia constante ha sido mi mayor inspiración y apoyo. Quiero agradecer a mi esposa e hija, quienes, con su amor incondicional, comprensión y sacrificios me impulsaron a no rendirme nunca. Gracias por estar siempre a mi lado, compartiendo sueños y superando juntos cada desafío.*

*A mis padres, por su amor, por sus enseñanzas y por sus esfuerzos para darme las mejores oportunidades. Sin su ejemplo de vida, este logro no habría sido posible.*

*A mis hermanos, quienes han sido mis compañeros y confidentes en cada paso de este recorrido. Gracias por su apoyo y por su constante empuje hacia la superación.*

*Finalmente, quiero extender mi más sincero agradecimiento a todos mis amigos y familiares, quienes me han acompañado en este proceso con su alegría, consejos y ayuda para mantenerme firme y optimista a lo largo de este camino.*

*A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro es tanto mío como de ustedes.*



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene la evaluación y análisis técnico-Económico de una planta de producción de carboximetilcelulosa sódica a partir del bagazo de caña de azúcar. Su objetivo es la obtención de un polvo el cual se va a utilizar para los lodos de perforación, aunque también tiene diversas aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica, detergentes y pinturas.

Se obtiene mediante un tratamiento de los restos de la caña de azúcar, el bagazo, del cual obtenemos la celulosa que es el principal componente de la carboximetilcelulosa sódica, siendo así una alternativa ecológica y sostenible, lo que puede ayudar a reducir el impacto ambiental negativo asociado con los desechos de la caña de azúcar.

El estudio de mercado en el siguiente trabajo demostró que Argentina cuenta con una significativa cantidad de materia prima adecuada para adecuada para la producción de carboximetilcelulosa sódica, ya que en el Norte del país se encuentran 23 ingenios azucareros que producen cantidades significativas de bagazo. Además, la producción de carboximetilcelulosa sódica puede generar una nueva fuente de ingresos para el país.

Para realizar un correcto estudio de mercado, obtener un precio de venta adecuado, analizar la localización y tamaño de la empresa se analizaron con detalle fuentes oficiales que estudian la oferta y demanda de este compuesto en Argentina, y otros lugares de mundo, ya que Argentina actualmente no es productora del mismo. Estos datos fueron analizados y estudiados cuidadosamente teniendo en cuenta las situaciones económicas mundiales y nacionales para luego realizar una proyección a 10 años.

La determinación del tamaño se basó guiándose en la zona de generación de bagazo de la industria azucarera en Tucumán con una cantidad de 3.378.246 toneladas mensuales.

En el estudio de localización se analizaron diferentes alternativas beneficiosas para la instalación de la planta, llegando a la conclusión de que el Parque Industrial Tucumán se destacó de las otras localizaciones analizadas fundamentalmente por la disponibilidad de materia prima, por su infraestructura, calidad de servicios, cercanía al puerto seco, como así también a otros ingenios. Siendo estos los ejes de mayor incidencia en el costo total del presente proyecto.

Para este proyecto la tecnología seleccionada corresponde a carboximetilcelulosa que proviene del bagazo de caña de azúcar realizando una alcalinización con NaOH y una esterificación con ácido monocloroacético para obtener carboximetilcelulosa de grado técnico que utilizaremos para lodos de perforación.

En el diseño de planta se definió el área ocupada por cada sector de la planta obteniéndose así una distribución más ordenada de los equipos y las áreas necesarias para una correcta organización de la misma. En el análisis organizacional se asignan funciones y responsabilidades de los miembros de la empresa.

Sobre el análisis acerca de las distintas leyes y decretos que aplicarían al proyecto en nuestro país, se concluyó que no habría ninguna normativa que dificulte la instalación de una planta de este tipo, siempre que se cumpla con la reglamentación adecuada.



Respecto al análisis medioambiental, este proceso no genera cantidades importantes de efluentes líquidos, los cuales se tratan en una caldera de regeneración.

En relación al análisis de seguridad es de suma importancia la identificación de riesgos, la implementación de medidas preventivas y la capacitación adecuada del personal son elementos esenciales para minimizar los peligros asociados a la manipulación de materias primas como el ácido monocloroacético y el hidróxido de sodio, así como el manejo del producto final.

La evaluación económica del proyecto se realizó para un horizonte de evaluación de 10 años y una tasa de descuento calculada a través del método CAMP (Capital Asset Pricing Model) DE 17.945%, donde se concluyó que se necesitaría una inversión inicial de U\$D13.392.755 y una inversión de capital de trabajo de U\$D 4864541. De la estructura de costos se obtuvo que los costos anuales serán de U\$D 30674318, teniendo mayor incidencia los costos variables sobre los fijos. El VAN evaluado a 10 años es de  $-161.491.348$  U\$D el cual indica que el proyecto no es viable, esto se debe a la gran cantidad de inversión inicial que se requiere.

En cuanto al análisis de riesgo, se identificaron los riesgos asociados al proyecto analizando para ello aspectos tecnológicos, económicos, siniestros e imprevistos y se llegó a la conclusión de que la empresa no emite residuos altamente peligrosos que puedan causar daños al ecosistema, a su personal o a la población local. Además, la mayoría de los residuos generados son de naturaleza líquida y se someten a un tratamiento eficaz, lo que permite la reutilización.

Cabe destacar que los impactos generados por la operación de la industria tienen capacidad de ser revertidos, dado que su magnitud es mínima, una vez que el proyecto llega a la fase de cierre.

En cuanto al análisis de sensibilidad enfocado en el precio de venta de la carboximetilcelulosa sódica se revela la influencia en la viabilidad económica del proyecto. Al analizar diversos escenarios con precios superiores al inicialmente estimado, se ha determinado que el proyecto es sensible a estos cambios, debido a que al aumentar a la cantidad de \$5070 el proyecto se hace viable, por lo tanto, obtenemos beneficios en el proyecto.



## INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.....	20
INTRODUCCIÓN .....	20
DESCRIPCIÓN DEL ÉTER DE CELULOSA:.....	21
APARIENCIA FÍSICA .....	21
1.1.1 ESTABILIDAD .....	22
1.1.2 MANEJO Y TOXICOLOGÍA .....	22
2- DESCRIPCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR:.....	22
1.1.3 CARACTERISTICAS BOTÁNICAS:.....	23
1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos: .....	24
1.1.5 APLICACIONES .....	24
3-DESCRIPCIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA CAÑA DE AZUCAR:.....	25
1.1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BAGAZO .....	25
1.1.7 APLICACIONES .....	26
2- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:.....	27
1.1.8 PROPIEDADES .....	28
IMPORTANCIA DEL PRODUCTO .....	29
APLICACIONES DE LA CARBOXIMETILCELULOSA .....	30
INDUSTRIA PETROLERA .....	30
CONCLUSIÓN:.....	31
CAPÍTULO N ° 2: ESTUDIO DE MERCADO.....	32
INTRODUCCIÓN .....	32
MERCADO INTERNACIONAL DE LA CARBOXIMETILCELULOSA .....	32
2.1.1 En Latinoamérica .....	33
2.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	33
2.4 MERCADO DE CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA .....	34
2.5 PRINCIPALES IMPORTADORES DE CMC EN ARGENTINA.....	35
2.6 DEMANDA DE CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA.....	35
2.7 IMPORTACIÓN A CONSUMO DE CARBOXIMETILCELULOSA .....	37
MERCADO CONSUMIDOR DE CARBOXIMETILCELULOSA .....	39
2.1.2 Demanda de la carboximetilcelulosa. ....	39
2.9 MERCADO COMPETIDOR.....	41
2.10 MERCADO PROVEEDOR:.....	43
PROVEEDORES DEL BAGAZO DE CAÑA EN ARGENTINA: .....	43



2.12 ANÁLISIS FODA .....	45
2.13 CONCLUSIÓN: .....	46
CAPÍTULO N ° 3: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA .....	47
INTRODUCCIÓN .....	47
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO .....	47
ESTEQUIOMETRÍA .....	48
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS TÍPICAS .....	48
3.1.1    Grado de sustitución (DS) y viscosidad .....	48
3.1.2    ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD .....	51
3.1.3    INFORMACIÓN SOBRE FLAMABILIDAD .....	51
3.1.4    INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA .....	52
CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN. ....	52
INFORMACIÓN DE TRANSPORTE .....	52
INFORMACIONES REGLAMENTARIAS.....	52
OTRAS INFORMACIONES .....	52
APLICACIONES DE LA CARBOXIMETILCELULOSA .....	54
MATERIAS PRIMAS CARACTERÍSTICAS Y DISPONIBILIDAD .....	54
3.1.5    BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR:.....	55
3.1.6    HIDRÓXIDO DE SODIO:.....	55
3.1.7    ÁCIDO MONOCOLOROACÉTICO.....	56
3.1.8    ETANOL:.....	57
Actualidad de la industria etanolera en Argentina .....	58
TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN: .....	60
OBTENCIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DEL PSEUDOTALLO DE PLÁTANO MUSA PARADISÍACA: .....	60
3.1.9    PARTE EXPERIMENTAL .....	61
CONCLUSIONES: .....	61
OBTENCIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA USANDO LEMNA COMO MATERIA PRIMA:.....	62
3.1.10    CONCLUSIONES.....	62
OBTENCIÓN DE CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DE LINTER DE ALGODÓN.....	63
3.1.11    CONCLUSIONES.....	65
OBTENCIÓN DE CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DE CELULOSA DE CASCARILLA DE ARROZ .....	65
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARBOXIMETILCELULOSA PROVENIENTE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	67



CONCLUSIÓN FINAL ACERCA DE SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	71
CAPÍTULO N ° 4: TAMAÑO .....	72
INTRODUCCIÓN .....	72
FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO: .....	72
DETERMINACIÓN DE TAMAÑO.....	75
4.1.1    Conclusión: .....	76
PROGRAMA DE PRODUCCIÓN .....	76
4.1.2    Conclusión del Programa de Producción .....	77
CONCLUSIÓN .....	78
CAPÍTULO N ° 5: LOCALIZACIÓN .....	79
INTRODUCCIÓN .....	79
HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN .....	79
MACROLOCALIZACIÓN .....	80
5.1.1    Factores que influyen en la macrolocalización.....	80
5.1.2    Factores geográficos: .....	80
5.1.3    Factores económicos: .....	80
5.1.4    Factores ambientales:.....	81
5.1.5    Factores por ponderar .....	82
5.1.6    Medios y costos de transporte .....	82
5.1.7    Disponibilidad de mano de obra .....	83
5.1.8    Disponibilidad de Materias primas .....	83
5.1.9    Cercanía al mercado proveedor .....	88
5.1.10    Cercanía al Mercado Consumidor .....	88
Disponibilidad de terrenos .....	88
5.1.11    Parques industriales en Tucumán: .....	88
5.1.12    Disponibilidad de servicios: .....	94
5.1.13    Matriz de ponderación .....	94
5.1.14    CONCLUSIÓN .....	95
MICROLOCALIZACIÓN.....	95
5.1.15    Factores que influyen en la Microlocalización .....	95
5.1.16    Matriz de Ponderación .....	96
5.1.17    INFORMACIÓN GENERAL DEL PARQUE INDUSTRIAL TUCUMÁN (PIT).....	97
CAPÍTULO N ° 6: INGENIERÍA DEL PROCESO .....	98
INTRODUCCIÓN .....	98



ALCANCE DE LA INGENIERÍA DEL PROCESO .....	98
PROCESO PRODUCTIVO .....	98
6.1.1 Preparación del Bagazo y Extracción de Celulosa .....	98
6.1.2 Conversión a Carboximetilcelulosa .....	99
6.1.3 Purificación y Secado .....	99
6.1.4 Extracción de Celulosa .....	100
6.1.5 Obtención de Carboximetilcelulosa .....	101
BALANCES DE MASA .....	104
6.1.6 Desmedulado en mojado MOLINO LAVADOR (01).....	105
6.1.7 SECADO.....	106
ALMACENAMIENTO.....	110
PULPEO QUÍMICO.....	110
6.1.8 BALANCE DE MASA REACTOR PULPEO.....	112
6.1.9 BALANCE DE ENERGÍA REACTOR PULPEO .....	114
Lavado .....	115
6.1.10 Etapas y Objetivos del Proceso de Lavado .....	116
SECADO .....	117
6.1.11 BALANCE DE MASA .....	118
6.1.12 BALANCE DE ENERGÍA .....	120
MOLIENDA.....	121
REACTOR DE CMC.....	121
6.1.13 Reacción de esterificación: .....	124
6.1.14 BALANCE DE ENERGÍA REACTOR DRUVACELL .....	125
RECUPERADOR Y SECADOR .....	126
6.1.15 BALANCE DE MASA .....	127
MOLIENDA CMC .....	128
DIAGRAMA COMPLETO DE PROCESO .....	129
CONCLUSIÓN .....	130
CAPÍTULO N ° 7: SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS.....	131
INTRODUCCIÓN .....	131
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.....	131
7.1.1 MOLIENDA DE BAGAZO .....	135
7.1.2 LAVADOR DE BAGAZO.....	136
7.1.3 SECADO.....	137



7.1.4	DIGESTOR CONTINUO .....	139
7.1.5	Reactor (DRUVATHERM <sup>®</sup> REACTOR DVT) .....	140
7.1.6	Recuperador de solvente (CGT <sup>®</sup> RECUPERADOR/ GRANULADOR).....	143
7.1.7	MOLINO CMC .....	144
7.1.8	Silos para Celulosa .....	145
7.1.9	TANQUES PARA HIDRÓXIDO DE SÓDIO y ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO .....	146
	EQUIPOS AUXILIARES .....	148
	CONCLUSIÓN .....	150
CAPÍTULO N ° 8: INGENIERÍA DE GESTIÓN.....		151
	INTRODUCCIÓN .....	151
	PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN .....	151
	ORGANIGRAMA.....	151
	FICHAS DE FUNCIÓN.....	153
	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CARGOS .....	162
	CONSTITUCIÓN LEGAL DE LA EMPRESA.....	162
	DETERMINACIÓN DE MICRO, PEQUEÑA O MEDIANA EMPRESA. ....	164
	CONCLUSIÓN .....	165
CAPÍTULO N ° 9: DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....		166
	INTRODUCCIÓN .....	166
	DETERMINACIÓN DEL ÁREA TOTAL.....	166
	DISTRIBUCIÓN GENERAL .....	168
	CONCLUSIÓN .....	170
CAPÍTULO N ° 10: ASPECTOS JURÍDICOS.....		171
	INTRODUCCIÓN .....	171
	MARCO LEGAL .....	171
10.1.1	Legislación Nacional .....	171
	LEGISLACIÓN PROVINCIAL .....	173
	MARCO IMPOSITIVO.....	178
10.1.2	Impuestos nacionales .....	178
	Retenciones a las exportaciones .....	180
10.1.3	Impuestos Provinciales .....	180
	CONCLUSIÓN .....	182
CAPÍTULO N ° 11: ASPECTOS NORMATIVOS Y DE CALIDAD .....		183
	INTRODUCCIÓN .....	183



NORMAS A CERTIFICAR .....	183
11.1.1 Normas ISO .....	183
11.1.2 ISO 9000: Sistemas de Gestión de Calidad .....	184
11.1.3 ISO 14000: Sistemas de Gestión Medioambiental .....	184
11.1.4 ISO 18000: Seguridad y Calidad de vida en el trabajo .....	185
11.1.5 ISO 26000: Responsabilidad social empresaria (RS).....	185
NORMAS IRAM .....	186
NORMAS ASTM .....	187
CONCLUSIÓN .....	187
CAPÍTULO N ° 12: ASPECTOS AMBIENTALES .....	189
INTRODUCCIÓN .....	189
MARCO LEGAL .....	189
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ASOCIADA AL PROYECTO .....	190
12.1.1 DATOS GENERALES DE LA ZONA INDUSTRIAL “PARQUE INDUSTRIAL TUCUMÁN” 190	
12.1.2 LISTA DE CHEQUEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO .....	190
LISTA DE CRITERIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	198
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	199
IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	199
12.1.3 MÉTODO UTILIZADO .....	199
12.1.4 ACTIVIDADES DEL PROYECTO EN SUS DISTINTAS FASES .....	199
FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SUFRIR IMPACTOS .....	200
VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	201
ESTRATEGIA PRELIMINAR DE MANEJO AMBIENTAL .....	204
12.1.5 EFLUENTES LÍQUIDOS .....	204
12.1.6 EFLUENTES SÓLIDOS .....	204
MEDIO PERCEPTUAL.....	204
12.1.7 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN.....	204
12.1.8 Efluentes líquidos.....	205
12.1.9 Efluentes gaseosos.....	206
12.1.10 Efluentes sólidos .....	206
PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....	206
CONCLUSIÓN .....	207
CAPÍTULO N ° 13: HIGIENE Y SEGURIDAD .....	208



INTRODUCCIÓN .....	208
LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD .....	208
MANEJO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO .....	219
13.1.1    HIDRÓXIDO DE SODIO .....	219
13.1.2    ETANOL .....	221
13.1.3    ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO .....	224
MANEJO DE PRODUCTO: CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA .....	226
13.1.4    INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA .....	226
13.1.5    ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD .....	226
13.1.6    INFORMACIÓN SOBRE FLAMABILIDAD .....	227
13.1.7    CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN .....	227
13.1.8    INFORMACIÓN DE TRANSPORTE .....	227
13.1.9    INFORMACIONES REGLAMENTARIAS .....	227
13.1.10   OTRAS INFORMACIONES .....	227
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	228
CONCLUSIÓN .....	236
CAPÍTULO N ° 14: EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	237
INTRODUCCIÓN .....	237
EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	237
ESTRUCTURA DE LOS COSTOS .....	238
14.1.1    Costos Operativos .....	238
CAPITAL DE TRABAJO .....	238
14.1.2    Inversión Inicial .....	239
14.1.3    Activos Tangibles .....	239
14.1.4    Inversión total necesaria .....	243
Cronograma de inversiones .....	243
Inversión en Capital de trabajo (ICT) .....	244
PUNTO DE EQUILIBRIO .....	252
BENEFICIOS DEL PROYECTO .....	253
FLUJO DE CAJA .....	254
VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	255
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	255
CONCLUSIÓN .....	256
CAPÍTULO N ° 15: ANÁLISIS DE RIESGOS .....	257



INTRODUCCIÓN .....	257
RIESGOS IDENTIFICADOS .....	257
15.1.1 ASPECTOS TECNOLÓGICOS - FALTA DE MATERIA PRIMA, INSUMOS Y SERVICIOS. 257	
15.1.2 DISMINUCIÓN DE DEMANDA-PRODUCTIVIDAD .....	258
15.1.3 FALLA DE MAQUINARIA .....	259
15.1.4 ASPECTOS ECONÓMICOS .....	259
15.1.5 SINIESTROS E IMPREVISTOS .....	261
CONCLUSIÓN .....	264
CAPÍTULO N ° 16: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	265
INTRODUCCIÓN .....	265
PARÁMETROS A SENSIBILIZAR .....	265
16.1.1 Sensibilización frente al precio de venta de la carboximetilcelulosa sódica.....	265
CONCLUSIÓN .....	267



### INDICE DE GRÁFICOS

Efecto de la pérdida de agua, Fuente: (Friedman, 1973; Parker, 1970; Akaranta, 1997; Yin, et al., 1998) .....31

Principales importadores en Argentina, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M oficializadas durante: 2024 .....35

Cantidad de KG en el periodo 2015-2024, Fuente: Elaboración propia .....38

Porcentaje por periodo de importaciones a consumo, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M.....38

Efecto de la desagregación del polímero (CMC) en la viscosidad del sistema, Fuente:[http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal\\_CristinaFrantzis\\_Defensafinal-000.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal_CristinaFrantzis_Defensafinal-000.pdf) .....50

Principal productores de etanol a nivel mundial, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA .....58

producción de bioetanol, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA .....59

participación provincial en la producción de bioetanol, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA.....59

4 Superficie expuesta, Fuente: [https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf](https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf) .....70

Representación de costos fijos, Fuente: Elaboración propia. ....249

Representación de costos variables, Fuente: Elaboración propia.....251

Representación de costos totales, Fuente: Elaboración propia.....252

VAN vs Precio de Venta, Fuente: Elaboración propia.....266

TIR vs Precio de Venta, Fuente: Elaboración propia. ....266



## INDICE DE TABLAS

Tabla: 1 Características de la CMC, Fuente: Mark et,1985, et,al;Kaloustian et al, 1996.....	29
Tabla: 2 Aplicaciones de la CMC según su DS, Fuente:(Greenway, 1994) .....	30
Tabla: 3 Mercado mundial de la CMC, Fuente: <a href="https://www.researchandmarkets.com/report/carboxymethyl-cellulose">https://www.researchandmarkets.com/report/carboxymethyl-cellulose</a> .....	33
Tabla: 4 Capacidad en toneladas/año, Fuente: Principales productores de América Latina de CMC.....	33
Tabla: 5 Producción Nacional de CMC grado técnico y crudo .....	34
Tabla: 6Cantidad de KG importado por cada país, Fuente: Scavage   Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M oficializadas durante: 2024 .....	36
Tabla: 7 Cantidad de KG importado periodo 2015-2024, Fuente: Scavage   Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M.....	37
Tabla: 8 Comparación de mercados regionales. Fuente: <a href="https://www.futuremarketinsights.com/reports/carboxymethyl-cellulose-market">https://www.futuremarketinsights.com/reports/carboxymethyl-cellulose-market</a> .....	39
Tabla: 9 Comparación de mercados regionales. ....	40
Tabla: 10 Propiedades de CMC, Fuente: admin,+Gestor_a+de+la+revista,+10-l&D071-Teran-Web (3).pdf .....	51
Tabla: 11 Aplicaciones de la CMC, Fuente: admin,+Gestor_a+de+la+revista,+10-l&D071-Teran-Web (4).pdf .....	54
Tabla: 12 producción de bioetanol por empresa en m3, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina   BCCBA.....	60
Tabla: 13 Metodología experimental, Fuente: admin,+Gestor_a+de+la+revista,+10-l&D071-Teran-Web (3).pdf .....	64
Tabla: 14 Relaciones de reactivos en las muestras para la obtención de CMC, Fuente: <a href="https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf">https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf</a> ...	68
Tabla: 15 Pureza y grado de sustitución de las muestras de CMC, Fuente: <a href="https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf">https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf</a> ...	69
Tabla: 16 Viscosidad de las muestras de CMC, Fuente: <a href="https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf">https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf</a> ...	70
Tabla: 17 Mercado Interno Argentino. Fuentes: <a href="https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/carboxymethyl-cellulose-cmc-market">https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/carboxymethyl-cellulose-cmc-market</a> , <a href="https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-carboxymethyl-cellulose-market/market-analysis">https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-carboxymethyl-cellulose-market/market-analysis</a> .....	76
Tabla: 18 Programa de producción. Fuente, elaboración propia .....	77
Tabla: 19 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) primera quincena Tucumán, Fuente: PARTES DIARIOS 1RA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar).....	84
Tabla: 20 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) Segunda quincena Tucumán, Fuente:PARTES DIARIOS 2DA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar). ....	85
Tabla: 21 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) primera quincena Jujuy y Salta, Fuente: PARTES DIARIOS NORTE 1RA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar).....	86
Tabla: 22 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) segunda quincena Jujuy y Salta, Fuente: PARTES DIARIOS NORTE 2DA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar). ....	87
Tabla: 23 Método de factores ponderados, Fuente: Elaboración propia. ....	94
Tabla: 24 Método de factores ponderados, Fuente: Elaboración propia .....	96
Tabla: 25 Identificación de corrientes, Fuente: Elaboración propia .....	103



Tabla: 26 Cantidad de materias primas, Fuente: Elaboración propia.....	105
Tabla: 27 Características del molino, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	136
Tabla: 28 Características del lavador de bagazo, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor.....	137
Tabla: 29 Características del secador, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	138
Tabla: 30 Características del secador, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	139
Tabla: 31 Características del Digestor, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	140
Tabla: 32 Ventajas del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	142
Tabla: 33 Medidas del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	142
Tabla: 34 Características del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	142
Tabla: 35 Características del Recuperador de solvente, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	144
Tabla: 36 Características del molino CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor.....	144
Tabla: 37 Características del Silo de CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor.....	146
Tabla: 38 Tanques de Hidróxido de Sodio y Ácido MCA.....	147
Tabla: 39 Características tanques de hidróxido de sodio, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	148
Tabla: 40 Características de tanques de AMCA, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor.....	148
Tabla: 41 Caldera .....	149
Tabla: 42 Características CALDERA, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor .....	149
Tabla: 43 Lista de chequeo de características del proyecto, Fuente: Elaboración propia .....	195
Tabla: 44 Lista de criterios de impactos ambientales, Fuente: Elaboración propia. ....	198
Tabla: 45 Factores ambientales, Fuente: Elaboración propia .....	201
Tabla: 46 Valores cromáticos, Fuente: Elaboración propia. ....	202
Tabla: 47 Valoración cromática de los impactos en fase construcción, Fuente: Elaboración propia.....	202
Tabla: 48 Valoración cromática de los impactos en fase de producción, Fuente: Elaboración propia.....	203
Tabla: 49 cuadro resumen de los colores de seguridad, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	211
Tabla: 50 Especificación de los colores de seguridad y de contraste Color de seguridad, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	211
Tabla: 51 Etapa de construcción: Riesgos y medidas a tomar, Fuente: Elaboración propia. ....	232
Tabla: 52 Planta Productiva: Riesgos y medidas a tomar, Fuente: Elaboración propia. ....	235
Tabla: 53 Cálculo de r, Fuente: Elaboración propia.....	238



Tabla: 54 Cálculo de terreno, Fuente: Elaboración propia. ....	239
Tabla: 55 Cálculo de edificios e instalaciones, Fuente: Elaboración propia. ....	240
Tabla: 56 Costo de Maquinarias y Equipos, Fuente: Elaboración propia. ....	241
Tabla: 57 Costos de rodados, Fuente: Elaboración propia. ....	241
Tabla: 58 Costos de Muebles y Útiles, Fuente: Elaboración propia. ....	242
Tabla: 59 Activos Tangibles, Fuente: Elaboración propia. ....	243
Tabla: 60 Costos diferidos, Fuente: Elaboración propia. ....	243
Tabla: 61 Inversión total, Fuente: Elaboración propia. ....	243
Tabla: 62 Cronograma de inversiones, Fuente: Elaboración propia. ....	244
Tabla: 63 Cálculo de Costo total, Fuente: Elaboración propia. ....	246
Tabla: 64 Cálculo de Capital activo, Fuente: Elaboración propia. ....	247
Tabla: 65 Cálculo de Capital de trabajo, Fuente: Elaboración propia. ....	247
Tabla: 66 Tasa de depreciación y vida útil de activos, Fuente: Elaboración propia. ....	247
Tabla: 67 Depreciaciones y amortizaciones, Fuente: Elaboración propia. ....	248
Tabla: 68 Flujo de depreciaciones, Fuente: Elaboración propia. ....	248
Tabla: 69 Costos fijos de mano de obra fija, Fuente: Elaboración propia. ....	248
Tabla: 70 Costo anual de servicios, Fuente: Elaboración propia. ....	249
Tabla: 71 Resumen de costos fijos, Fuente: Elaboración propia. ....	249
Tabla: 72 Costos variables de Materia prima, Fuente: Elaboración propia. ....	250
Tabla: 73 Costos variables de mano de obra, Fuente: Elaboración propia. ....	250
Tabla: 74 Costos Variables de servicios, Fuente: Elaboración propia. ....	251
Tabla: 75 Cálculo del punto de equilibrio, Fuente: Elaboración propia. ....	253
Tabla: 76 Cálculo del costo variable unitario, Fuente: Elaboración propia. ....	253
Tabla: 77 Cálculo de ingresos anuales, Fuente: Elaboración propia. ....	253
Tabla: 78 Cálculo de contribución marginal, Fuente: Elaboración propia. ....	254
Tabla: 79 Flujo de caja del proyecto, Fuente: Elaboración propia. ....	254
Tabla: 80 Matriz de riesgos del proyecto, Fuente: Elaboración propia. ....	264
Tabla: 81 Análisis de sensibilidad sobre el precio de venta, Fuente: Elaboración propia. ....	266



## INDICE DE FIGURAS

Figura: 1 Monómero de la CMC .....	27
Figura: 2 Mercado global de Carboximetilcelulosa (CMC), Fuente: Mordor Intelligence. ....	32
Figura: 3 Líderes del mercado de carboximetilcelulosa, Fuente: Mordor Intelligence. ....	42
Figura: 4 3 Mercado de la carboximetilcelulosa por región, Fuente: Mordor Intelligence .....	42
Figura: 5 Mapa de ingenios azucareros en Tucumán, Fuente: 1688451879 (768x633) (scribdassets.com).....	44
Figura: 6 Ingenios azucareros en Argentina, Fuente: Industria azucarera en Tucumán   PPT (slideshare.net) .....	44
Figura: 7 Monómero de la CMC, Fuente: Comportamiento reológico de fluidos de perforación ecológicos a partir de biopolímeros (sciepub.com). ....	47
Figura: 8 Efecto de la uniformidad en las propiedades de la CMC Fuente: admin,+Gestor_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (3).pdf .....	49
Figura: 9 Descripción general de la industria del ácido monocloroacético, Fuente : Mordor Intelligence. ....	57
Figura: 10 hinchamiento de las fibras de algodón Fuente: admin,+Gestor_a+de+la+revista,+10- I&D071-Teran-Web (3).pdf .....	64
Figura: 11 Datos del parque industrial San Isidro de Lules, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial San Isidro de Lules .....	88
Figura: 12 Datos del parque industrial San Isidro de Lules, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial San Isidro de Lules .....	89
Figura: 13 Parque agroindustrial y tecnológico ciudad de Famaillá, Fuente: Parques Industriales - Parque Agroindustrial y Tecnológico Ciudad de Famaillá. ....	89
Figura: 14 Atributos del parque agroindustrial y tecnológico ciudad de Famaillá, Fuente: Parques Industriales - Parque Agroindustrial y Tecnológico Ciudad de Famaillá. ....	89
Figura: 15 Parque industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Tucumán .....	90
Figura: 16 Atributos del parque industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Tucumán.....	90
Figura: 17 Parque comunitario de servicios mineros y logísticos de susques, Fuente: Parques Industriales - Parque Comunitario de Servicios Mineros y Logísticos de Susques. ....	91
Figura: 18 Atributos del Parque comunitario de servicios mineros y logísticos de susques, Fuente: Parques Industriales - Parque Comunitario de Servicios Mineros y Logísticos de Susques. ....	91
Figura: 19 Parque industrial perico provincia Jujuy, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Perico Provincia Jujuy .....	91
Figura: 20 Atributos del Parque industrial perico provincia Jujuy, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Perico Provincia Jujuy .....	92
Figura: 21 Parque industrial de la ciudad de Pichanal, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial de la Ciudad Pichanal. ....	92
Figura: 22 Atributos del Parque industrial de la ciudad de Pichanal, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial de la Ciudad Pichanal. ....	93
Figura: 23 Parque industrial Ciudad de Salta, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Ciudad de Salta.....	93



Figura: 24 Atributos del Parque industrial Ciudad de Salta, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Ciudad de Salta.....	93
Figura: 25 Ubicación mapa-Parque Industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Mapa interactivo .....	97
Figura: 26 Diagrama de bloques obtención de Celulosa. - Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura: 27 Diagrama de bloques obtención de CMC. - Fuente: Elaboración propia.....	102
Figura: 28 Diagrama de bloques - Fuente: Elaboración propia .....	103
Figura: 29 Diagrama Completo del proceso, Fuente: Elaboración propia. ....	129
Figura: 30 Silo de almacenamiento .....	135
Figura: 31 Equipo de molienda.....	136
Figura: 32 Equipo de lavado .....	137
Figura: 33 Equipo de secado extractora-exprimidor. ....	138
Figura: 34 Equipo de secado instantáneo XSG-10 .....	139
Figura: 35 Digestor .....	140
Figura: 36 Reactor DRUVATHERM CMC .....	141
Figura: 37 Interior del reactor DRUVATHERM CMC .....	141
Figura: 38 Recuperador de solvente. ....	143
Figura: 39 Ventajas de Recuperador de solvente, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor. ....	143
Figura: 40 Molino de CMC. ....	145
Figura: 41 Silo de CMC.....	146
Figura: 42 Organigrama de la empresa, Fuente: Elaboración propia .....	152
Figura: 43 Ficha de función Gerente general, Fuente: Elaboración propia. ....	153
Figura: 44 Ficha de función Gerente de operaciones, Fuente: Elaboración propia.....	154
Figura: 45 Ficha de función Gerente comercial, Fuente: Elaboración propia .....	154
Figura: 46 Ficha de función Gerente de logística, Fuente: Elaboración propia .....	155
Figura: 47 Ficha de función jefe de producción, Fuente: Elaboración propia .....	155
Figura: 48 Ficha de función Operarios, Fuente: Elaboración propia .....	156
Figura: 49 Ficha de función jefe de mantenimiento, Fuente: Elaboración propia.....	156
Figura: 50 Ficha de función Técnico de mantenimiento, Fuente: Elaboración propia.....	157
Figura: 51 Ficha de función jefe de calidad, Fuente: Elaboración propia.....	158
Figura: 52 Ficha de función inspector de calidad, Fuente: Elaboración propia. ....	158
Figura: 53 Ficha de función jefe de Marketing, Fuente: Elaboración propia. ....	159
Figura: 54 Ficha de función jefe de ventas, Fuente: Elaboración propia.....	159
Figura: 55 Ficha de función jefe de compras, Fuente: Elaboración propia. ....	160
Figura: 56 Ficha de función jefe de almacén, Fuente: Elaboración propia.....	161
Figura: 57 Ficha de función asistente de almacén, Fuente: Elaboración propia. ....	161
Figura: 58 Personal de la empresa. Fuente: Elaboración propia. ....	162
Figura: 59 Diferencias entre S.A Y S.R.L, Fuente: servicios.infoleg.com.ar.....	163
Figura: 60 Categorización de Pymes 2024, Fuente: Nuevos parámetros para categorización de MiPyMES   Argentina.gob.ar.....	164
Figura: 61 Área total de los equipos de producción, Fuente: Elaboración propia.....	167
Figura: 62 Área total de planta, Fuente: Elaboración propia. ....	168
Figura: 63 Layout del proceso, Fuente: Elaboración propia. ....	169
Figura: 64 Imagen de señalización de equipos extintores, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	213



Figura: 65 Símbolos de las clases de fuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	213
Figura: 66 Señalización de ubicación del matafuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)	213
Figura: 67 Señalización de ubicación del matafuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)	214
Figura: 68 Señalización de nichos hidrantes, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	214
Figura: 69 Señalización de pulsadores de alarmas de incendio, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	214
Figura: 70 Señalización de pulsadores de medios de escape, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	215
Figura: 71 Señalización de pulsadores de medios de escape, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar) .....	215
Figura: 72 Elementos de protección personal, Fuente: 1.839 en la categoría «Cartoon working safety glasses» de fotos e imágenes de stock libres de regalías   Shutterstock .....	216



## CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

El desarrollo de este proyecto se basa en el estudio de prefactibilidad del proceso de obtención de la carboximetilcelulosa sódica a partir del bagazo de caña de azúcar. En este capítulo se describen características y propiedades de las materias primas y del producto a desarrollar.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es emplear fibras de celulosa provenientes del bagazo de caña de azúcar para obtener carboximetilcelulosa sódica.

En los últimos años se ha dado particular importancia al desarrollo de polímeros biodegradables a partir de recursos renovables, ampliamente utilizado en diversas industrias, incluyendo la petroquímica, de forma tal de favorecer un desarrollo económico y ambientalmente sustentable.

Entre estos biopolímeros, la celulosa es uno de los más abundantes en la naturaleza y uno de los recursos renovables más prometedores debido a su gran disponibilidad, bajo costo y biodegradabilidad.

El empleo de residuos agroindustriales constituye una de las innovaciones en el área de polímeros dado que representan una vasta fuente de material lignocelulósico. En la región del Noroeste Argentino se encuentran emplazados una gran cantidad de ingenios azucareros, los cuales producen como desecho, bagazo de caña de azúcar, constituido aproximadamente por un 45 % de celulosa.

Su producción industrial se basa en un proceso químico que involucra la modificación de la celulosa mediante la reacción con ácido monocloroacético en presencia de un agente alcalinizante, típicamente hidróxido de sodio (NaOH).

En conclusión, el proceso de obtención de carboximetilcelulosa sódica es fundamental para su aplicación en la industria petroquímica, donde sus propiedades funcionales son aprovechadas para mejorar diversas formulaciones y procesos industriales.



## DESCRIPCIÓN DEL ÉTER DE CELULOSA:

### ÉTER DE CELULOSA

Los éteres de celulosa comprenden una de las clases de derivados de celulosa. Estos derivados solubles en agua o en disolventes orgánicos, funcionan como espesantes, controladores del flujo de fluidos, suspensores, coloides, inhibidores de pérdida de agua. Sus propiedades los hacen idóneos para usarlos en una gran variedad de aplicaciones en diferentes industrias como alimentos, recuperación de aceites, papel, cosméticos, farmacia, adhesivos, impresión, agricultura, cerámica, textiles y materiales para la construcción.

A pesar de que se han sintetizado muchos éteres de celulosa desde 1900, sólo algunos han ganado importancia comercial. El primer reporte que se tuvo de los éteres de celulosa fue en 1905, en 1912 aparecieron las primeras patentes. Para mediados de los años 30, la metilcelulosa y la bencilcelulosa se fabricaron en grandes cantidades.

Hasta 1950 composiciones solubles en agua como la carboximetilcelulosa CMC, hidroxietilcelulosa HEC y metilcelulosa MC, crecieron en importancia comercial y ésta aumentó a finales de los años 60 y 70 cuando por intereses ambientales se empezó a dar más auge a los derivados solubles en agua. En la actualidad, los únicos éteres de celulosa que se disuelven en su totalidad en disolventes orgánicos que se encuentran disponibles son la etilcelulosa y la etilhidroxietilcelulosa. Estos derivados son producidos en pequeñas cantidades si se compara con los solubles en agua. La carboximetilcelulosa (CMC) es el éter soluble en agua más importante.

### APARIENCIA FÍSICA

Los éteres de celulosa son sólidos blancos o con tonalidades amarillas. Se encuentran en forma de gránulos o polvo con un contenido de humedad de hasta 10%. Las densidades aparentes de los polvos varían entre 0.3 y 0.5g/cm<sup>3</sup>. Algunos productos fibrosos tienen densidades de menos de 0.2g/cm<sup>3</sup>. Se encuentran en diferentes grados de pureza que se han ajustado de acuerdo a las necesidades y aplicaciones comerciales que se requieran. Los productos puros son inodoros e insípidos. Los productos crudos pueden contener hasta un 40% en peso de sales, por lo general NaCl.

### 1.1.1 ESTABILIDAD

Los éteres de celulosa son muy estables. No son afectados por el aire, humedad, luz del día, calor moderado y contaminantes más comunes. Éteres sólidos son térmicamente estables hasta temperaturas de 80-100°C. A mayores temperaturas o tiempos prolongados de calentamiento, en algunos casos puede formar zonas o redes insolubles. Los éteres de celulosa en estado sólido se pueden degradar ligeramente al alcanzar temperaturas de 130 a 150°C. Una degradación mayor puede ocurrir cuando se calientan de 160 a 200°C dependiendo del tipo de éter y de las condiciones de calentamiento.

### 1.1.2 MANEJO Y TOXICOLOGÍA

Polvos muy finos de éteres de celulosa pueden formar mezclas explosivas en el aire. Por ejemplo, las concentraciones críticas para metilcelulosa e hidroximetilcelulosa se alcanzan a 28 g/m<sup>3</sup>. Por lo general, los éteres de celulosa no muestran evidencia de toxicidad en ratas, cerdos y humanos. No irritan la piel ni la sensibilizan. Productos de alta pureza, han sido aprobados por la FDA (Food and Drug Administration) como aditivos de alimentos y cosméticos. En aguas residuales, los éteres de celulosa son biodegradados por microorganismos. No producen toxicidad en los peces y son nutrientes pobres para la mayoría de los microorganismos.

## 2- DESCRIPCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR:



La caña de azúcar es una planta tropical perenne del género *Saccharum*, específicamente *Saccharum officinarum*, perteneciente a la familia de las gramíneas (*Poaceae*). Es ampliamente cultivada en regiones tropicales y subtropicales para la producción de azúcar, etanol y otros productos.

### Composición de la caña de azúcar:

La caña de azúcar forma brotes laterales en la base para producir múltiples tallos. Un tallo maduro se compone típicamente de 11 a 16 % de fibra, 12 a 16 % de azúcares solubles, 2 a 3 % de carbohidratos sin azúcar y 63 a 73 % de agua

### 1.1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

- **Altura y Estructura:** La caña de azúcar puede alcanzar alturas de entre 2 a 6 metros con tallos robustos, articulados y fibrosos que son ricos en sacarosa. Los tallos son cilíndricos, con un diámetro de aproximadamente 5 cm y están compuestos principalmente por agua, fibra y azúcares solubles.



- **Hojas:** Las hojas son largas, delgadas y planas, con una longitud que puede llegar a 30-60 cm. Tienen márgenes enteros y venación paralela, lo que les confiere un aspecto denso.
- **Raíz:** Posee un sistema radicular compuesto por rizomas subterráneos que permiten el crecimiento de nuevos brotes cerca de la planta madre.
- **Inflorescencia:** La caña produce una inflorescencia terminal en forma de panícula que puede medir hasta 60 cm de largo. Esta inflorescencia es responsable de la producción de semillas, aunque la cosecha generalmente se realiza antes de la floración para maximizar el contenido de azúcar.
- **Cultivo:** La caña de azúcar se cultiva en climas cálidos y húmedos, siendo sensible a factores como el tipo de suelo, el riego y el manejo agronómico. Se reproduce principalmente a través de esquejes, donde segmentos del tallo se plantan para generar nuevas plantas. La principal temporada de crecimiento ocurre durante la primavera y el verano.



### 1.1.4 Requerimientos edafoclimáticos:

La caña de azúcar se cultiva en los trópicos y subtropicos en áreas con abundante suministro de agua durante un período continuo de más de 6 a 7 meses cada año, ya sea de lluvia natural o mediante riego. El cultivo no tolera heladas severas.

- **Temperatura:** No soporta temperaturas inferiores a 0 °C. Exige un mínimo de 14 a 16 °C y la temperatura óptima de brotación oscila entre 32-38 °C.
- **Humedad relativa:** Para que el crecimiento vegetativo sea más rápido requiere una humedad relativa alta. En caso contrario la planta tenderá a madurar.
- **Radiación solar:** Necesita y asimila abundante radiación solar.
- **Riegos:** Los requerimientos hídricos son de 1200-1500 mm anuales.

Para estimular la producción y acumulación de azúcar, se recomienda disminuir el aporte hídrico un mes antes de la cosecha. Se debe evitar cualquier tipo de encharcamiento.

- **Suelo:** Prefiere los suelos ligeros para alcanzar sus mejores rendimientos, pero sí es cierto que no es un cultivo muy exigente en cuanto a suelo. El pH óptimo del suelo es cercano a **6.5**, pero la caña de azúcar puede tolerar un rango considerable de acidez y alcalinidad del suelo (pH entre 5.0 y 8.5.).

### 1.1.5 APLICACIONES

La caña de azúcar tiene múltiples aplicaciones:

- **Producción de Azúcar:** Se extrae jugo que se convierte en azúcar cristalizado, utilizado en la industria alimentaria para endulzar productos y bebidas.
- **Etanol:** El jugo también puede fermentar para producir etanol, utilizado como biocombustible o en la elaboración de bebidas alcohólicas como ron.
- **Alimentación Animal:** El bagazo es utilizado como forraje para ganado debido a su contenido en fibra.
- **Subproductos:** Los residuos generados tras la extracción del jugo son utilizados como materia prima para papel, cartón y otros productos industriales. También sirven como combustible en las fábricas azucareras.

### 3-DESCRIPCIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR



El bagazo de caña de azúcar es el residuo fibroso que queda después de extraer el jugo de la caña de azúcar, un subproducto que se genera en la industria azucarera.

Este material es 100% natural y ha sido tradicionalmente considerado un desecho, pero actualmente se le reconoce por su potencial como materia prima valiosa en diversas aplicaciones industriales y ambientales.

#### 1.1.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BAGAZO

- **Celulosa:** Representa aproximadamente 38.4% a 50% del bagazo. La celulosa es un polímero lineal de glucosa que forma la estructura principal de las paredes celulares de las plantas, proporcionando rigidez y resistencia.
- **Hemicelulosa:** Constituye alrededor de 23.2% a 25% del bagazo. A diferencia de la celulosa, la hemicelulosa es un polímero más complejo y ramificado, compuesto por diferentes azúcares, que también contribuye a la estructura celular, pero es más fácil de degradar.
- **Lignina:** Comprende entre 20% y 25% del bagazo. Este componente es un polímero que proporciona rigidez y resistencia a la descomposición, pero también dificulta la conversión del bagazo en azúcares fermentables para la producción de biocombustibles.

#### Otros Componentes

Además de estos componentes principales, el bagazo también contiene:

- **Agua:** Aproximadamente 46% a 52%, lo que afecta su manejo y almacenamiento.
- **Cenizas:** Entre 4.87% y 6.4%, que incluyen minerales como calcio (Ca) y fósforo (P) en pequeñas cantidades.



- **Proteínas:** Alrededor de 3.81%, que pueden ser útiles en la alimentación animal.

La composición exacta puede variar según factores como la variedad de caña, las condiciones de cultivo y el proceso de extracción del jugo. Esta variabilidad influye en el potencial del bagazo para aplicaciones industriales, como biocombustibles, papel y otros productos derivados.

### 1.1.7 APLICACIONES

- **Fabricación de Envases Comportables**

El bagazo se utiliza ampliamente en la producción de envases biodegradables, como bandejas y utensilios desechables. Estos productos son populares por su baja huella de carbono y su capacidad para descomponerse sin dejar residuos nocivos.

- **Producción de Biocombustibles**

El bagazo también se puede convertir en biocombustibles, como el butanol, a través de procesos fermentativos. Esto no solo ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles, sino que también aprovecha un residuo agrícola.

- **Alimentación Animal**

Debido a su alto contenido en fibra, el bagazo se utiliza como componente en la alimentación del ganado. Sin embargo, su digestibilidad es limitada, lo que requiere tratamientos previos para mejorar su valor nutricional.

- **Materia Prima para Papel y Cartón**

La celulosa presente en el bagazo permite su uso en la fabricación de papel y cartón, ofreciendo una alternativa sostenible a la madera.

- **Beneficios Ambientales**

El uso del bagazo contribuye a la reducción de residuos en los ingenios azucareros y minimiza la necesidad de deforestación para obtener materias primas tradicionales. Además, al ser un recurso renovable que crece rápidamente en comparación con los árboles, representa una opción más sostenible para diversas industrias.

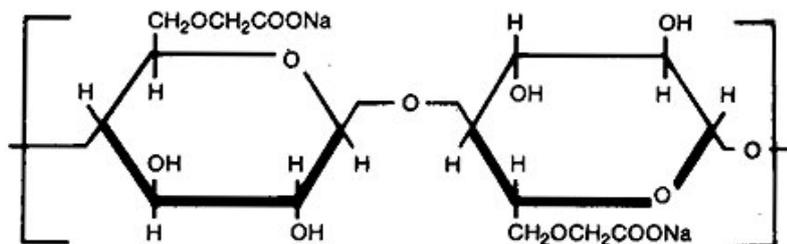
## 2- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

### CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA.

#### ¿Qué es la Carboximetilcelulosa Sódica?

La carboximetilcelulosa sódica es un éter de celulosa de tipo iónico y el producto que se utiliza con frecuencia es su sal de sodio, así como las sales de amonio y aluminio. A veces, se pueden producir ácidos de carboximetilcelulosa sódica.

La carboximetilcelulosa sódica (CMC) es uno de los productos más importantes de los éteres de celulosa, que se forman mediante la modificación natural de la celulosa como un tipo de derivado de celulosa con una estructura de éter. Debido al hecho de que la forma ácida de la CMC tiene poca solubilidad en agua, generalmente se conserva como carboximetilcelulosa sódica, que se usa ampliamente en muchas industrias y se considera glutamato monosódico en la industria.



**Figure 3.9** Idealised unit structure of carboxymethylcellulose (DS 1.0).

*Figura: 1 Monómero de la CMC*

Históricamente, existen datos de la aparición de la carboximetilcelulosa sódica (CMC) durante la Primera Guerra Mundial en Alemania como un sustituto potencial de la gelatina. Sin embargo, por problemas técnicos y altos costos de manufactura evitaron la comercialización del producto en aquella época.

En 1935 se encontró que la CMC mejoraba el lavado al usar detergentes que la contuvieran, evitando la redeposición de la suciedad en la ropa. La CMC imparte una carga electronegativa a la ropa que repele la suciedad que también tiene carga negativa.



Con la llegada de la Segunda Guerra Mundial, los materiales usados normalmente para hacer limpiadores naturales de ropa (como los ácidos grasos) fueron utilizados con fines bélicos, dando pie a una mayor utilización y auge de las gomas solubles en agua, renovándose así el interés en la fabricación de la CMC. En esta época la empresa Kalle and Company ofrecía la primera CMC comercial en Europa.

El interés en la CMC empezó en los Estados Unidos cuando Hercules Incorporated desarrollaba un proceso comercial durante 1943. Para 1946 la producción a gran escala del derivado, fue una realidad en la compañía Hercules en Hopewell, Virginia. La primera aplicación alimenticia de la CMC se tuvo en los helados, cuyo éxito se debió en parte a la escasez de gelatina después de la Segunda Guerra Mundial. Para mediados de 1950, la CMC se estableció como un estabilizador de helados. A partir de esta fecha, su utilización además de alimentos, ha tenido un gran auge en productos.

### 1.1.8 PROPIEDADES

La carboximetilcelulosa sódica (CMC) es un sólido blanco, inodoro, insípido y sin toxicidad. El rango de viscosidades en soluciones acuosas al 2% oscila entre 10 y 50000 mPas. El peso molecular se puede determinar por medio de cromatografía de exclusión por tamaños acoplado a un detector light scattering. Los rangos de peso molecular promedio en peso de CMC comerciales oscilan entre los 90000 y los 700000.

Generalmente, el (DS) se encuentra entre 0.3 y 1.2, aunque las soluciones claras y libres de fibra requieren un valor mínimo de 0.5. La mayor parte de los productos que se comercializan tienen un DS que se sitúa entre 0.65 y 0.85. La CMC en su forma ácida tiene aproximadamente la misma fuerza que el ácido acético siendo su constante de disociación de  $5 \cdot 10^{-5}$ .

**Grado de sustitución (DS).** Resulta muy difícil sustituir totalmente todos los grupos hidroxilo de la celulosa en grupos derivados. Esto se debe principalmente a factores estéricos y de accesibilidad dado que las reacciones tienen lugar en condiciones heterogéneas. Además, no todos los grupos hidroxilo accesibles son igualmente reactivos. Las propiedades físicas y químicas de los derivados de celulosa se determinan en buena medida por el grado de sustitución (DS), entendido como el número promedio de grupos hidroxilo sustituidos entre los tres disponibles de las unidades de anhidroglucosa. De entre las propiedades que resultan más afectadas al



cambiar el grado de sustitución se encuentran la solubilidad del producto, la hinchazón y la plasticidad. Los derivados con un grado de sustitución bajo son con frecuencia más sensibles al agua que la celulosa original, pudiendo incluso disolverse en ella. Por el contrario, aquellos derivados que cuentan con un grado de sustitución elevado con grupos no polares presentan menos solubilidad en el agua, así como una menor absorción de la misma, en tanto que aumenta la solubilidad en disolventes orgánicos plasticidad dado que las cadenas individuales son forzadas a separarse.

Características típicas de la CMC

Propiedad	Valor
<i>Polímero</i>	
Base seca mínima (%)	99.5
Humedad máxima (%)	8.0
Temperatura de tostado (aparición color marrón) (°C)	227
Temperatura a la cual se carboniza (°C)	252
Densidad (g/ml)	0.75
Demanda biológica de oxígeno <sup>a</sup> (ppm) <sup>b</sup>	
en CMC de alta viscosidad	11000
en CMC de baja viscosidad	17300
<i>Soluciones al 2%</i>	
Gravedad específica a 25°C	1.0068
Índice de refracción a 25°C	1.3355
pH	7.5
Tensión superficial 1% sol. (dyn/cm)	71
<b><u>Películas</u></b>	
Densidad (g/ml)	1.59
Índice de refracción	1.515

<sup>a</sup> Después de 5 días de incubación, <sup>b</sup> O<sub>2</sub> requerido respecto a CMC en el efluente

Tabla: 1 Características de la CMC, Fuente: Mark et, 1985, et, al; Kaloustian et al, 1996

## IMPORTANCIA DEL PRODUCTO

La carboximetilcelulosa sódica es una sal soluble en agua. Es fabricada por muchas compañías alrededor del mundo, destaca su producción en Europa y América. La producción de CMC es más simple que la de otros éteres de celulosa debido a que todos los reactivos que se emplean son sólidos o líquidos y permiten trabajar a presión atmosférica.

El agente eterificante es el cloro acetato de sodio o ácido cloro acético que es fácil de manipular y muy eficaz. Por esta razón y a causa de su versatilidad como espesante, formador de películas, coloide protector y agente retenedor de agua, la CMC ha llegado a ser el principal éter de celulosa producido industrialmente. Se produce en grandes cantidades, en grados comerciales crudos sin ningún refinamiento para

emplearlo en detergentes, fluidos de perforación y en la industria papelera. En grados de pureza más altos se emplea como aditivo alimenticio.

## APLICACIONES DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

Su carácter hidrofílico, alta viscosidad en soluciones diluidas, buenas propiedades para formar películas, inocuidad y excelente comportamiento como coloide protector y adhesivo determinan los usos de la carboximetilcelulosa.

Principales funciones de la CMC en aplicaciones industriales de acuerdo a sus propiedades.

<i>Aplicación</i>	<b>Dispersante</b>	<b>Coloide Protector</b>	<b>Retenedor de agua</b>	<b>Espesante</b>	<b>Formador de Películas</b>
Pinturas basadas en agua	+	+	+	+	+
Productos para la construcción	+		+	+	
Adhesivos para empapelar paredes				+	+
Recubrimientos de papeles	+	+		+	+
Detergentes		+		+	
Emulsiones		+		+	
Cerámica	+	+	+	+	+
Tabaco					+
Cosméticos y farmacéuticos	+	+	+	+	
Productos alimenticios	+	+	+	+	+
Lodos petroleros		+	+	+	

Aplicaciones de la CMC de acuerdo al grado de pureza

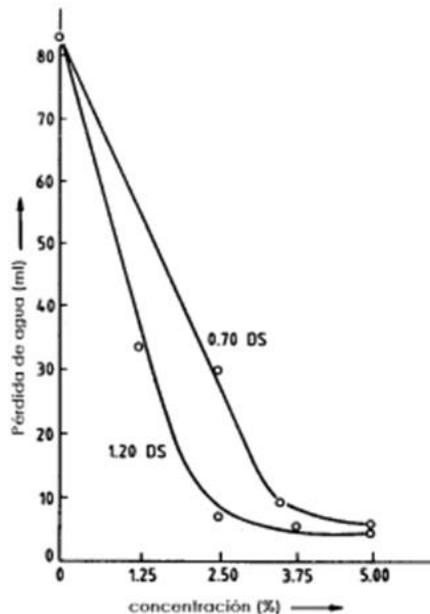
<b>Grado</b>	<b>Pureza</b>	<b>DS</b>	<b>Viscosidad mPa s 2% sol</b>	<b>Aplicaciones</b>
Cruda	60-80%	0.4-0.9	10-250	Detergentes, Lodos de perforación Papel
Refinada	97% mínimo	0.6-0.8	10-10000	Papel, Pinturas, Adhesivos, Cerámica y Textiles
Pura	99.5% mínimo	0.6-1.2	90-10000	Alimentos, Bebidas, Cosméticos, Pañales, compresas y farmacéuticos

Tabla: 2 Aplicaciones de la CMC según su DS, Fuente:(Greenway, 1994)

## INDUSTRIA PETROLERA

La CMC cruda o purificada se utiliza en los lodos de perforación como un coloide espesante que se aplica al momento de retirar el taladro de perforación del agujero y así evitar asentamientos. Los tipos de CMC utilizadas para lodos de perforación deben llenar ciertas especificaciones como compatibilidad con sales, viscosidad, capacidad de retención de agua para evitar pérdidas de fluido. Cuando se tiene que perforar en

terrenos porosos, se puede minimizar la pérdida de fluido añadiendo CMC con un DS alto.



Efecto de la pérdida de agua en el grado de sustitución de la carboximetilcelulosa.

Gráfico 1 Efecto de la pérdida de agua, Fuente: (Friedman, 1973; Parker, 1970; Akaranta, 1997; Yin, et al., 1998)

## CONCLUSIÓN:

La caña de azúcar no solo es un cultivo esencial para la producción mundial de azúcar, sino que también juega un papel importante en la economía agrícola y en la sostenibilidad ambiental mediante el uso eficiente de sus subproductos. Su versatilidad y adaptabilidad hacen que sea un recurso valioso en diversas industrias.

En cuanto al bagazo de caña de azúcar es un subproducto versátil que está ganando reconocimiento por sus múltiples aplicaciones sostenibles y su potencial para contribuir a una economía circular.

Con respecto a las propiedades descriptas de la carboximetilcelulosa sódica hacen que ésta sea un aditivo valioso en diversas industrias, incluyendo alimentos, farmacéuticos, cosméticos y más, gracias a su versatilidad y funcionalidad.

## CAPÍTULO N ° 2: ESTUDIO DE MERCADO

### INTRODUCCIÓN

El estudio de mercado de la producción de carboximetilcelulosa tiene como objetivo principal obtener información y análisis detallados sobre la viabilidad y potencial de esta sustancia en el mercado.

La finalidad de realizar un estudio de mercado es obtener información para poder tomar decisiones sobre el desarrollo de nuestro producto.

se identificarán y analizarán variables como: mercado consumidor, mercado proveedor y mercado competidor.

### MERCADO INTERNACIONAL DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

El mercado de la carboximetilcelulosa sódica (CMC) ha mostrado un crecimiento notable en los últimos años, impulsado por su amplia aplicación en diversas industrias como alimentos, farmacéutica, cosméticos y más.

El tamaño del mercado de carboximetilcelulosa se estima en 1.5 millones de dólares en 2024 y se espera que alcance los 1.87 millones de dólares en 2029, creciendo a una tasa compuesta anual del 4.64% durante el período previsto (2024-2029).

La creciente adopción de alimentos procesados y un aumento en las actividades de extracción de petróleo y un crecimiento significativo en el sector farmacéutico son algunos de los factores que impulsan el crecimiento del mercado estudiado.



Figura: 2 Mercado global de Carboximetilcelulosa (CMC), Fuente: Mordor Intelligence.



Para 2032, se espera que el mercado continúe creciendo a una tasa anual compuesta (CAGR) de **4.8%**, alcanzando un valor de mercado de **3.21 mil millones de USD**

Año	Valor del mercado (en USD mil millones)	Producción global (en toneladas)
2023	2,01	600
2024	2,14	630
2025	2,27	650
2026	2,4	670
2027	2,54	690
2028	2,68	710
2029	2,83	730
2030	3,1	750
2031	3,12	770
2032	3,21	790

Tabla: 3 Mercado mundial de la CMC, Fuente: <https://www.researchandmarkets.com/report/carboxymethyl-cellulose>

### 2.1.1 En Latinoamérica

AMTEX es el más grande productor de carboximetilcelulosa de Sodio (CMC) en América Latina. Opera con dos principales plantas productivas en Colombia y México, con representantes y oficinas comerciales en casi todos los países del continente americano. Durante el año 2007 se realizaron ampliaciones para incrementar la capacidad a 34000 toneladas/año. Esta capacidad se genera de la siguiente manera:

País	Empresa	Capacidad(toneladas/año)
Colombia	Química AMTEX S.A.	8000
México	Química AMTEX S.A.	10000
Resto de América Latina	Química AMTEX S.A.	16000

Tabla: 4 Capacidad en toneladas/año, Fuente: Principales productores de América Latina de CMC.

AMTEX contaba con una planta operativa en Argentina hasta marzo del 2012. Esta empresa contaba con una capacidad de 6000 toneladas anuales.

### 2.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Las empresas productoras de CMC en el mundo son:

- **Noviant** con una capacidad de producción de aproximadamente **98791** toneladas por año, distribuida en tres plantas en los países de Finlandia, Suecia y Holanda. Esto representa cerca del 30 % de la capacidad mundial.
- **Hércules** con una capacidad de producción de aproximadamente **20958** toneladas por año, localizada en Estados Unidos.
- **Penn Carbose** con una capacidad de **4836** toneladas por año, ubicada en Estados Unidos.



- **MAK Química** con una capacidad de **1560** toneladas por año aproximadamente, situada en Estados Unidos.

Estas empresas constituyen cerca del 42 % del mercado mundial. El porcentaje restante corresponde a industrias con menor capacidad distribuidas en todo el mundo de las que se destacan: Procter & Gamble que fabrican CMC para su consumo interno. Las CMCs crudas y purificadas son fabricadas en Europa por Henkel y Cie GmbH, Hoechst AG, Montedison SpA y Wolff Walsrode AG, entre otras. Y entre las principales productoras japonesas se encuentran, Daicel Chemical Industries, Daiichi Kogyo Seiyaku y Sanyo-Kokusaku Pulp y en Latino America Química Amtex C.V.

## 2.4 MERCADO DE CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA EN ARGENTINA

En Argentina, la producción anual era en promedio 3500 toneladas, que implicaban un 1,17% del mercado mundial. En donde el 12% de su producción exportaba para cubrir demanda insatisfecha en otros países lo que llevaba a que importe un 8% para cubrir la demanda local. En la siguiente tabla analizamos valores de producción nacional de CMC grado técnico y crudo.

Año	Producción total (toneladas)	Producción grado técnico y crudo (toneladas)
2003	2970.88	1960.78
2004	2884.26	1903.61
2005	3812.88	2516.50
2006	3041.07	2007.10
2007	4854.93	3204.25
2008	4221.59	2786.25
2009	2420.53	1597.55
Promedio	3458.02	2282.29

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Latinoquímica.

Tabla: 5 Producción Nacional de CMC grado técnico y crudo

Actualmente, Argentina **no tiene una producción significativa de carboximetilcelulosa (CMC)**, y gran parte de su demanda se cubre mediante **importaciones**. Esto refleja una dependencia del mercado externo para abastecer a industrias clave como la alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Argentina ha tenido algunos desarrollos en términos de investigación y pequeñas escalas de producción, pero no se ha registrado una planta industrial de gran capacidad dedicada exclusivamente a la producción de CMC. La producción de CMC en Argentina sigue siendo limitada y está en proceso de crecimiento, con oportunidades de expansión dadas las proyecciones de demanda. Los principales Productores de Carboximetilcelulosa Sódica en Argentina:

- **Nouryon:** Esta empresa, que ha expandido su cartera en el mercado de CMC, es un actor importante a nivel global y también tiene presencia en Argentina.

Su enfoque incluye la producción de CMC para diversas aplicaciones industriales.

- **Empresas del sector farmacéutico y cosmético:** Varias compañías en estos sectores utilizan CMC como ingrediente clave en sus formulaciones, como por ejemplo **Laboratorios Poen**.

**Hay distintas empresas destinadas a la venta de carboximetilcelulosa sódica:**

- **Centauro Alpha SRL:** Centauro Alpha química industrial cuenta con mercadería de productos químicos, proveniente de laboratorios de primera línea, se halla sometida a estrictos controles de calidad y responde a las normas mundiales de evaluación.
- **Química Córdoba S.A.:** ventas de productos químicos.

## 2.5 PRINCIPALES IMPORTADORES DE CMC EN ARGENTINA

- **Periodo 2024**

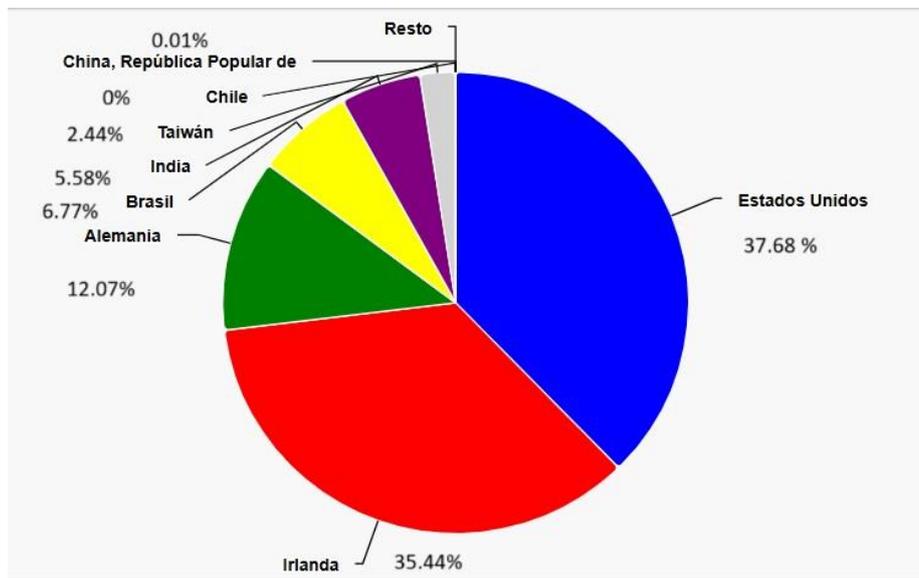


Gráfico 2 Principales importadores en Argentina, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M oficializadas durante: 2024

## 2.6 DEMANDA DE CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA

En la siguiente tabla observamos la cantidad de kilogramos importados por cada país.



País de origen	Cantidad (kg.)
■ Estados Unidos	325.702,00
■ Irlanda	259.320,00
■ Alemania	84.031,00
■ Brasil	36.090,00
■ India	85.050,00
■ Taiwán	25.750,00
■ Chile	46,00
■ China, República Popular de	57,00

Tabla: 6 Cantidad de KG importado por cada país, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M oficializadas durante: 2024

El mercado de carboximetilcelulosa sódica (CMC) en Argentina está en crecimiento, impulsado por diversas industrias que utilizan este compuesto en sus productos.

### ***Aumento en la Demanda de Alimentos Procesados***

La creciente preferencia por alimentos convenientes y procesados está impulsando la demanda de CMC, que se utiliza como estabilizante y espesante en productos lácteos, helados, aderezos y otros alimentos. Este cambio en los hábitos alimentarios es significativo entre la población trabajadora.

### ***Expansión del Sector Farmacéutico***

La CMC es ampliamente utilizada en la industria farmacéutica como excipiente en medicamentos, lo que contribuye a su creciente demanda. La expansión de este sector en Argentina, junto con la necesidad de productos que mejoren la salud y el bienestar, está favoreciendo el uso de CMC.

### ***Crecimiento del Mercado Cosmético***

La demanda de productos cosméticos y de cuidado personal está en aumento, y la CMC se utiliza por sus propiedades estabilizantes y aglutinantes en una variedad de productos, desde cremas hasta champús. Este crecimiento es impulsado por un mayor ingreso disponible y una mayor conciencia sobre el cuidado personal.

### ***Innovaciones y Sostenibilidad***

Con un enfoque creciente hacia soluciones sostenibles, la CMC se está utilizando en aplicaciones de embalaje ecológico debido a su biodegradabilidad. Esto se alinea con la tendencia global hacia productos más amigables con el medio ambiente, lo que abre nuevas oportunidades para el mercado.

### ***Industrialización y Urbanización***

El aumento de la industrialización y la urbanización en Argentina están creando un entorno propicio para el crecimiento del mercado de CMC. La expansión de las infraestructuras y las industrias relacionadas también contribuyen a esta tendencia.



### **Cambios en las Preferencias del Consumidor**

Los consumidores están cada vez más interesados en productos sin gluten y saludables, lo que impulsa la demanda de CMC como alternativa al gluten en productos horneados y otros alimentos.

Estos factores combinados están configurando un panorama positivo para el crecimiento del mercado de carboximetilcelulosa sódica en Argentina, impulsando su adopción en diversas aplicaciones industriales y comerciales.

## **2.7 IMPORTACIÓN A CONSUMO DE CARBOXIMETILCELULOSA**

En la siguiente tabla, analizamos la cantidad de kilogramos de carboximetilcelulosa sódica que fue importada en el periodo 2015-2024. Es importante determinarla ya que vamos a realizar una proyección con estos 10 años para analizar qué capacidad de producción podemos obtener para nuestro proyecto, la cual vamos a indicar en el capítulo 4 “Determinación de tamaño”.

Periodo	Cantidad (kg.)
2024	816.046,00
2023	1,27 [M]
2022	1,63 [M]
2021	1,32 [M]
2020	1,28 [M]
2019	1,20 [M]
2018	823.676,00
2017	1,13 [M]
2016	798.878,40
2015	553.997,25

Tabla: 7 Cantidad de KG importado periodo 2015-2024, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M



Gráfico 3 Cantidad de KG en el periodo 2015-2024, Fuente: Elaboración propia.

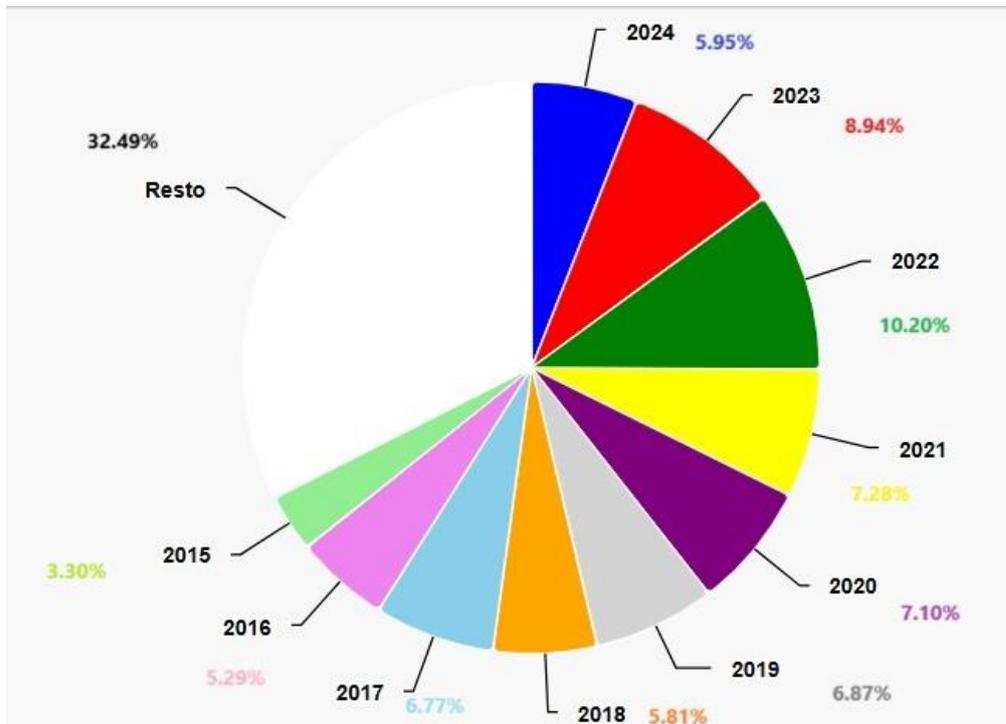


Gráfico 4 Porcentaje por periodo de importaciones a consumo, Fuente: Scavage | Argentina: Importaciones a consumo del producto: 3912.90.31.100M



## MERCADO CONSUMIDOR DE CARBOXIMETILCELULOSA

### 2.1.2 Demanda de la carboximetilcelulosa.

#### **La región de Asia y el Pacífico dominará el mercado**

Asia-Pacífico dominó el mercado mundial de carboximetilcelulosa en 2022, con una importante participación de mercado en ingresos. Se prevé que mantenga su dominio durante el período de pronóstico.

La creciente demanda de CMC en aplicaciones de alimentos, bebidas, cosméticos y farmacéuticas, es el factor principal que impulsa el crecimiento de la industria, objetivo de la región de Asia y el Pacífico. El creciente gasto en alimentos multicocina y productos de cuidado personal, (debido al creciente ingreso disponible en países como China e India) impulsa el crecimiento del mercado.

Según el fondo monetario internacional (FMI), se espera que la demanda de carboximetilcelulosa en China aumente a una tasa compuesta anual del 6,8 % durante el período de pronóstico, debido a la rápida expansión de las industrias de uso final, como alimentos, bebidas y cosméticos, y el posterior uso de carboximetilcelulosa en estos sectores.

China es el principal fabricante y consumidor mundial de artículos minoristas, en particular en la industria manufacturera. También es el principal consumidor de carboximetilcelulosa ya que es un aditivo versátil utilizado en la industria de la porcelana china, principalmente por sus propiedades como espesante, estabilizante y ligante.

Mercados regionales	Tasa de crecimiento anual compuesta (2023 a 2033)
Reino Unido	4,1%
Porcelana	6,8%
India	6,5%

Tabla: 8 Comparación de mercados regionales.

Fuente: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/carboxymethyl-cellulose-market>

#### **América del Norte**

- **Mercado Estable:** Incluye países como EE.UU., Canadá y México, donde hay una demanda constante de CMC en aplicaciones farmacéuticas y alimentarias.
- **Innovación y Desarrollo:** Las empresas en esta región están enfocadas en la innovación de productos, lo que puede impulsar aún más la demanda de CMC.

Se espera que Estados Unidos represente alrededor del 12 % del mercado mundial y es probable que siga siendo uno de los principales mercados de carboximetilcelulosa



en América del Norte durante el período de pronóstico. El crecimiento en el mercado de (CMC) en Estados Unidos está impulsado por el aumento de su uso en aplicaciones como alimentos y bebidas, fluidos de perforación de yacimientos petrolíferos, cosméticos, productos farmacéuticos, pinturas y revestimientos, debido los cambios en los estilos de vida, la rápida urbanización y el aumento de los ingresos disponibles.

Como la carboximetilcelulosa se utiliza cada vez más en estos productos, el aumento de la producción y las ventas de estos artículos pueden acabar impulsando el crecimiento del mercado en el país durante el período previsto.

De manera similar, la presencia de fabricantes líderes de carboximetilcelulosa, la adopción de tecnologías de fabricación avanzadas y la creciente demanda de productos alimenticios sin gluten pueden impulsar la expansión del mercado de carboximetilcelulosa en los Estados Unidos durante los próximos diez años.

Comparación de mercados regionales	Cuota de mercado global en porcentaje
Estados Unidos	12%
Alemania	5,6%
Japón	4,6%
Australia	2,1%

Tabla: 9 Comparación de mercados regionales.

Fuente: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/carboxymethyl-cellulose-market>

## Europa

- **Crecimiento Moderado:** Aunque no lidera como Asia-Pacífico, Europa muestra un crecimiento estable gracias a la demanda en industrias como la farmacéutica y los cosméticos.
- **Regiones Específicas:** Alemania, Francia y el Reino Unido son los principales contribuyentes al mercado europeo de CMC, como podemos observar en la tabla 2.1, Reino Unido tiene una tasa de crecimiento anual compuesta del 4,1% en el periodo de 2023-2033. En cuanto Alemania en la tabla 2.2 observamos un 5.6% a nivel de cuota de mercado global.

## Medio Oriente y África (MEA)

- **Potencial Emergente:** Aunque actualmente tiene una menor participación en comparación con otras regiones, se espera que la urbanización y el crecimiento industrial impulsen la demanda de CMC.



### **América del Sur**

- **Crecimiento Progresivo:** Países como Brasil y Argentina están comenzando a mostrar un aumento en la demanda de CMC debido a la expansión industrial.

### **2.9 MERCADO COMPETIDOR**

El mercado de carboximetilcelulosa (CMC) es de naturaleza fragmentada. Los principales actores de este mercado incluyen:

**DuPont:** Es una empresa multinacional de origen estadounidense, dedicada fundamentalmente a varias ramas industriales de la química, que actualmente cuenta con unos 64.000 empleados en todo el mundo, siendo una de las más grandes empresas de química del planeta, junto con otras como Basf o Dow Chemical Company.

**Nouryon:** Un líder mundial en productos químicos especializados. Tiene aproximadamente 8200 empleados en todo el mundo fabricando productos cotidianos, como cuidado personal, limpieza, pinturas y recubrimientos, agricultura y alimentos, productos farmacéuticos y productos de construcción.

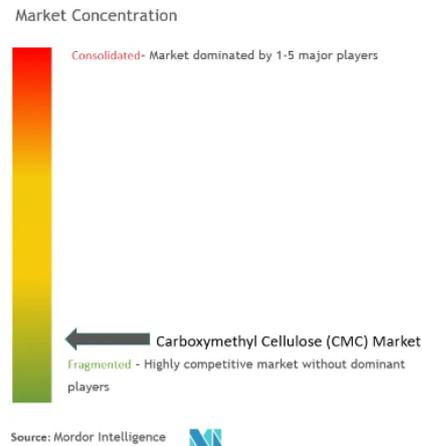
**Ashland Inc.:** es una empresa química estadounidense con sede en Wilmington, Delaware. La compañía tiene cinco divisiones de propiedad absoluta, que incluyen Productos Químicos Intermedios y Solventes, Compuestos, Especialidades Industriales, Cuidado Personal y del Hogar, y Productos Farmacéuticos, Alimentos y Bebidas, y Agricultura.

**NIPPON PAPER INDUSTRIES CO.:** Es líder en la industria nacional en fabricación, volúmenes de producción y calidad para diversos productos, incluidos papel estándar, cartón y papel para el hogar.

**DKS Co. Ltd.:** Se dedica a la producción y venta de surfactantes, otros productos químicos industriales y productos relacionados con las ciencias biológicas en Japón e internacionalmente.

### Líderes del mercado de carboximetilcelulosa

- 1 DuPont
- 2 Nourion
- 3 Ashland
- 4 NIPPON PAPER INDUSTRIES CO., LTD.
- 5 DKS Co. Ltd.



\*Descargo de responsabilidad: los jugadores principales están clasificados sin ningún orden en particular

Figura: 3 Líderes del mercado de carboximetilcelulosa, Fuente: Mordor Intelligence.

### Carboxymethyl Cellulose (CMC) Market - Growth Rate by Region



Source: Mordor Intelligence

Figura: 4 3 Mercado de la carboximetilcelulosa por región, Fuente: Mordor Intelligence

#### Panorama Regional:

**Asia- Pacífico:** China, India, Japón.

**América del Norte:** Estados Unidos, Canadá, México.

**América del Sur:** Argentina, Brasil.

**Europa:** Alemania, Francia, Reino Unido.

**Medio Oriente y África**



## 2.10 MERCADO PROVEEDOR:

Analizar el mercado proveedor de la carboximetilcelulosa es importante en la industria química por varias razones:

**1- Disponibilidad de materias primas:** El análisis del mercado proveedor ayuda a evaluar la disponibilidad y suministro de las materias primas necesarias para producir carboximetilcelulosa sódica. Cualquier fluctuación en la disponibilidad de materia prima puede afectar la producción y la estabilidad de precios de la CMC.

**2- Calidad y consistencia del producto:** El análisis del mercado permite identificar proveedores confiables que suministran carboximetilcelulosa sódica de alta calidad y consistencia para satisfacer las necesidades específicas de los clientes y aplicaciones.

**3- Precios competitivos:** Al analizar a varios proveedores, las empresas pueden comparar precios y condiciones para obtener la mejor oferta posible, lo que puede resultar en una ventaja competitiva.

**4- Innovación y desarrollo tecnológico:** los proveedores pueden tener diferentes enfoques y capacidades tecnológicas para producir carboximetilcelulosa sódica.

**5- Riesgos y sostenibilidad:** Un análisis del mercado proveedor puede ayudar a identificar riesgos potenciales en la cadena de suministro, como problemas ambientales, sociales o de cumplimiento en la obtención de la materia prima.

## PROVEEDORES DEL BAGAZO DE CAÑA EN ARGENTINA:

En Argentina, la producción de caña de azúcar se concentra principalmente en las provincias del noroeste, como Tucumán, Salta y Jujuy. Tucumán es la mayor productora, con aproximadamente 15 millones de toneladas de azúcar producidas anualmente, de las cuales cerca del 30% corresponde a bagazo.

Las principales provincias productoras de caña de azúcar en Argentina son:

- **Tucumán:** Esta provincia es la mayor productora, concentrando alrededor del 70% de la producción nacional. En Tucumán se encuentran 15 ingenios azucareros y se cultivan aproximadamente 264.000 hectáreas de caña. La producción promedio anual es de alrededor de 1.3 millones de toneladas de azúcar.



Figura: 5 Mapa de ingenios azucareros en Tucumán, Fuente: 1688451879 (768x633) (scribdassets.com)



Figura: 6 Ingenios azucareros en Argentina, Fuente: Industria azucarera en Tucumán | PPT (slideshare.net)

- **Jujuy:** Representa cerca del 20% de la producción total del país, con 3 ingenios y una superficie cultivada de unas 91,000 hectáreas. El ingenio



Ledesma es el más grande, produciendo aproximadamente el 17% del azúcar total del país.

- **Salta:** Contribuye con el restante 9%, cuenta con 2 ingenios y cultiva alrededor de 35,000 hectáreas.

Además, en menor medida, también hay producción en las provincias de Misiones y Santa Fe, aunque su aporte es marginal en comparación con las tres principales provincias mencionadas.

## 2.12 ANÁLISIS FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que asienta en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados. Para esto se analizan las fortalezas y las debilidades internas comparándolas de manera objetiva con la competencia y se estudian las oportunidades y amenazas presentes en el entorno.

### Fortalezas

- Empleo del producto en una gran variedad de procesos industriales.
- Materia prima renovable.
- Biodegradable.
- No es un producto contaminante.
- Tecnología del proceso disponible.
- Sustitución de importaciones de CMC.
- Menores precios de materias primas con equivalente calidad que la competencia.
- Disponibilidad provincial y nacional e internacional de materias primas e insumos.
- Recursos humanos capacitados, por existencia de universidades tecnológicas.
- Rendimiento elevado de reacción.

### Oportunidades

- Reducción de la tasa de inflación nacional.
- Crecimiento de la demanda interna y mundial.



- Posibilidad de acceso a nuevos mercados externos, debido a la demanda insatisfecha a nivel mundial.
- Mejora en la calidad de la materia prima.
- Materia prima alternativa de bajo costo.
- Buen precio del producto.
- Encontrar nuevas aplicaciones de la carboximetilcelulosa.

#### **Debilidades**

- Materia prima alternativa de menor contenido de celulosa
- Dificultad para recolectar la materia prima en el caso de la paja de trigo.
- Altos costos del flete en el caso de la cáscara de arroz.

#### **Amenazas**

- Existencia de monopolio en el mercado nacional e internacional de CMC.
- Factores climatológicos que afecten la producción del trigo y del arroz.
- Desplazamiento de la producción de trigo por soja.
- Volatilidad e incertidumbre de los mercados, producto de las recurrentes crisis nacionales e internacionales.
- Aumento en el consumo de otros productos con similares propiedades.

### **2.13 CONCLUSIÓN:**

La Argentina cuenta con una gran cantidad de materia prima adecuada para la producción de carboximetilcelulosa sódica, ya que es uno de los principales productores de caña de azúcar, además de contar con 23 ingenios azucareros en el Norte del país.

La caña de azúcar sigue siendo un cultivo crucial tanto a nivel mundial como en Argentina, con un enfoque creciente hacia la producción de bioetanol y otros subproductos utilizados en distintas industrias.

Producir carboximetilcelulosa sódica en Argentina puede ser una estrategia sólida que aprovecha sus recursos naturales, genera oportunidades económicas, fomenta la sostenibilidad y la innovación.

## CAPÍTULO N ° 3: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se establecen las distintas tecnologías de procesamiento disponibles, con la finalidad de especificar la ingeniería básica, se evalúa cada una de ellas con el objetivo de seleccionar el proceso de elaboración más conveniente. La selección adecuada de tecnología desempeña un papel fundamental en el éxito de cualquier proyecto o aplicación. En el contexto de la investigación y aplicación de la carboximetilcelulosa, la elección de la tecnología adecuada se convierte en un aspecto crucial para aprovechar al máximo sus propiedades únicas y beneficios potenciales.

Asimismo, tiene el propósito de llevar a cabo una breve descripción de los aspectos generales, disponibilidad de las materias primas y del producto, tales como características, propiedades fisicoquímicas y mecanismo de reacción para la producción de la carboximetilcelulosa sódica.

### CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

La carboximetilcelulosa sódica es un éter de celulosa de tipo iónico, es uno de los productos más importantes de los éteres de celulosa.

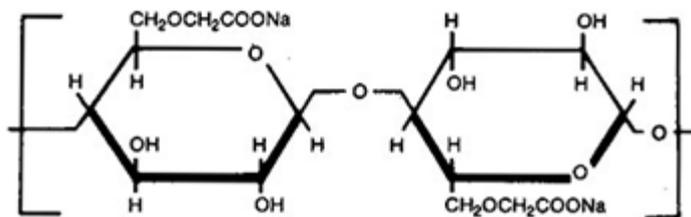


Figura: 7 Monómero de la CMC, Fuente: Comportamiento reológico de fluidos de perforación ecológicos a partir de biopolímeros (sciepub.com).

En la imagen superior se muestra la estructura de una unidad monomérica de carboximetilcelulosa. Para producir CMC, los grupos OH en los anillos de glucosa se unen por enlace éter a los grupos carboximetilo (-CH<sub>2</sub>-COO-), (nótese la carga negativa). Cada anillo de glucosa tiene tres grupos OH capaces de reacción, por lo tanto, el H de los grupos hidroxilos se encuentran sustituidos por los grupos CH<sub>2</sub>OH, grado de sustitución igual a 3. Los grupos CH<sub>2</sub>COOH pueden desprotonarse y rodearse por atracción electrostática de cationes Na<sup>+</sup>: CH<sub>2</sub>COO<sup>-</sup>Na<sup>+</sup>.



El grado de sustitución determina la solubilidad en agua, por eso la carboximetilcelulosa es muy soluble en agua, porque es capaz de formar puentes de hidrógeno con ella (CH<sub>2</sub>COOH—OH<sub>2</sub>). Esta es la causa principal de su marcado carácter hidrofílico e higroscópico.

Su gran tamaño impide la formación de puentes de hidrógeno internos, es decir, entre las cadenas monoméricas, dejando los anillos totalmente expuestos a las interacciones con el agua.

Por lo tanto, mientras mayor sea el grado de sustitución de OH por CH<sub>2</sub>COOH, mayor será el carácter hidrofílico de la celulosa resultante.

### ESTEQUIOMETRÍA



celulosa

Álcali celulosa



Álcali celulosa cloroacetato de sodio

Carboximetilcelulosa

o  
Ácido cloroacético

En la primera reacción se añade a la celulosa hidróxido de sodio, para producir en hinchamiento de las fibras y dar como resultado Álcali de celulosa más agua. Luego ese álcali de celulosa reacciona con cloroacetato de sodio formando carboximetilcelulosa sódica más cloruro de sodio y agua.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS TÍPICAS

La carboximetilcelulosa sódica (CMC) es un sólido blanco, inodoro, insípido y sin toxicidad. Los rangos de peso molecular promedio en peso de CMC comerciales oscilan entre los 90.000 y los 700 000 g/mol. Este material es muy higroscópico, absorbe agua equivalente al 18% de su peso en 48 horas a una humedad relativa del 50% y 23.9°C. Además del comportamiento reológico de la CMC, otras de sus propiedades varían en función de su grado de sustitución.

#### 3.1.1 Grado de sustitución (DS) y viscosidad

Como se explicó anteriormente y en el capítulo 1, el grado de sustitución se encuentra entre 0.4 y 1.2. Según la tabla 1.2 el (DS) varía según el grado: si es cruda, refinada o pura, dependiendo de su aplicación. El grado de sustitución determina la solubilidad en agua y la negatividad del polímero, lo que influye en la eficacia de la CMC como un

aditivo para lodos de perforación. Los productos con bajo DS, alrededor de 0.1, son solubles en un 6% de hidróxido de sodio únicamente después de enfriar hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ . Cuando el DS está alrededor de 0.3, la CMC es soluble en medio alcalino a temperatura ambiente. A partir de un DS de 0.4 es parcial o completamente soluble en agua. Un producto comercial de 0.75 de DS puede ser disuelto completamente con agua.

Las CMC uniformemente sustituidas dan como resultado soluciones con comportamiento de fluidos más suaves o lisos, además de ser más compatibles con otros ingredientes y ser más estables en sistemas ácidos.

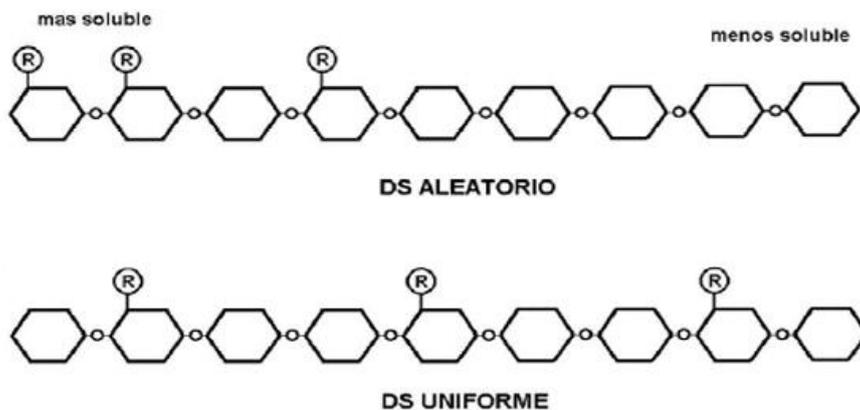


Figura 3 - Efecto de la uniformidad en las propiedades de la CMC [1].

Figura: 8 Efecto de la uniformidad en las propiedades de la CMC Fuente: admin,+Gestor\_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (3).pdf

Cuando la CMC es sustituida aleatoriamente, la región menos sustituida de la cadena tiende a hincharse. Estas regiones tienden a asociarse por puentes de hidrógeno y formar una red tridimensional que crea una estructura con características de un fluido tixotrópico, es decir, exhibe una disminución reversible del esfuerzo cortante en función del tiempo, tomando como parámetro constante el gradiente de velocidad constante. La compatibilidad está también influenciada debido a que las regiones menos solubles de una CMC sustituida aleatoriamente son solo marginalmente solubles y precipitan fácilmente en presencia de solutos. La estabilidad ácida es mejor a altos DS o CMC uniformemente sustituida debido a la hidrólisis ácida que toma lugar en la unión éter entre dos unidades anhidroglucosas. Estas se reducen cuando el DS es alto y/o la CMC es uniformemente sustituida. Los sustituyentes carboximetil estéricamente ayudan a evitar los ataques  $\text{H}^+$  en la cadena de celulosa.

El fenómeno de desagregación de la CMC en solución se describe a continuación:

La carga química en el polímero es la que permite el acceso inicial en la solución acuosa. El primer estado (1<sup>a</sup>) lo representa el polímero seco en completa agregación. Si el solvente empleado tiene suficiente poder de solvatación (agua es el mejor disolvente), ocurre un hinchamiento físico de las cadenas del polímero y la viscosidad aumenta. En el estado (2) se representa el punto máximo de hinchamiento donde el líquido es completamente absorbido en las partículas que dan como resultado un pico en viscosidad. Sin embargo, este estado de desagregación es incompleto ya que no todos los enlaces internos entre las cadenas se rompen. Cuanto más de estas asociaciones se rompen (especialmente aplicando una fuerza externa), las cadenas se vuelven más dispersas y deforman menos la hinchazón del polímero. La curva de desagregación varía con el tipo de CMC, el solvente y la energía aplicada al sistema (Fahmy y Mansour, 1999).

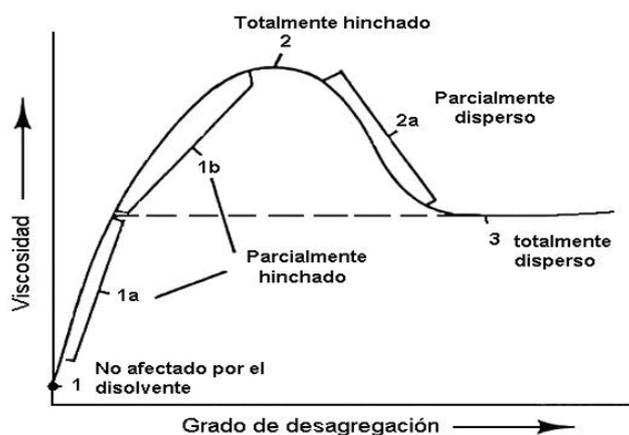


Gráfico 5 Efecto de la desagregación del polímero (CMC) en la viscosidad del sistema,  
Fuente: [http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal\\_CristinaFrantzis\\_Defensafinal-000.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal_CristinaFrantzis_Defensafinal-000.pdf)

La mayoría de soluciones de CMC son altamente pseudoplásticas, es decir su viscosidad dinámica disminuye en función del esfuerzo cortante. Algunas de ellas son geles sólidos, los cuales pueden fluir después de una vigorosa agitación. La viscosidad también depende del grado de pureza, sustitución y de la aplicación, ver tabla 1.2 en capítulo 1. La viscosidad de las soluciones acuosas también varía en función del pH, mostrando un máximo entre 6-7.



PROPIEDAD	Valor
<b>Polímero</b>	
Pureza mínima, base seca, %	99.5
Humedad máxima, %	8,0
Temperatura de tostado (aparición de color marrón), °C	227
Temperatura a la cual se carboniza, °C	252
Densidad, g/ml	0.75
Demanda bioquímica de oxígeno <sup>a</sup> , mg-O <sub>2</sub> /l, en CMC de alta viscosidad	11 000
Demanda bioquímica de oxígeno, mg-O <sub>2</sub> /l, en CMC de baja viscosidad	17 300
<b>Soluciones al 2% en agua destilada</b>	
Densidad relativa a 25° C	1.00068
Índice de refracción a 25° C	1.3355
PH	7.5
Tensión superficial, sol. 1 %, dyn/cm	71
<b>Películas</b>	
Densidad, g/ml	1.59
Índice de refracción a 25° C	1.515

<sup>a</sup> Después de 5 días de incubación.

Tabla: 10 Propiedades de CMC, Fuente: admin,+Gestor\_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (3).pdf

### 3.1.2 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Consideraciones de estabilidad:** Estable.

**Incompatibilidad con:** Nada.

### 3.1.3 INFORMACIÓN SOBRE FLAMABILIDAD

Polvo inflamable al ser finamente dividido y suspendido en el aire. Las superficies sujetas a derrames o empolvamiento pueden volverse resbalosas si se mojan.

**Temperatura de bronceamiento:** 227 °C (440 °F)

**Límites de inflamabilidad:** N/A

**Temperatura de autoignición:** 370 °C (698 °F) como polvo.

**Medios de extinción:** agua rociada, polvo químico, espumas o dióxido de carbono.

**Procedimientos especiales de combate de fuego:** Ninguno

**Riesgos inusuales de fuego y/o explosión:** El polvo es inflamable si es finalmente dividido y suspendido en el aire.

**Productos de descomposición peligrosos:** Ninguno.

**Productos de combustión peligrosos:** Monóxido de carbono, dióxido de carbono, humo.

**Polimerización peligrosa:** No ocurre.



### 3.1.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

**Condiciones médicas generalmente agravadas por la exposición:** Ninguna conocida.

**Principal ruta de entrada:** Si se siguen los estándares industriales de higiene y procedimientos recomendados, no es probable la entrada del producto al cuerpo.

**No enlistado como cancerígeno por la NTP:** (National Toxicology Program); no regulado como cancerígeno por la OSHA (Occupational Safety & Health Administration); no evaluado por la IARC (International Agency for Research on Cancer).

**Efectos sobre el ser humano reportados:** Un único caso de dermatitis alérgica al contacto se reporta después de sostener contacto repetido durante un período largo (8 años) con CMC purificada.

**Efectos sobre animales reportados:** Irritación ocular tras exposición al polvo de CMC sódica purificada. Estudios de laboratorio indican que la CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO no es mutágeno, ni teratógena, ni cancerígena y que no causa efectos en la reproducción.

Al igual que la celulosa, el CMC en condiciones apropiadas, es biodegradable y no provoca trastornos en los depuradores de aguas residuales.

**Clase de contaminación (WGK):** 1 - débil contaminante del agua.

#### CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN.

Puede depositarse en un vertedero apropiado, observando las disposiciones dictadas por las autoridades locales.

#### INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

No es producto de transportación peligrosa.

#### INFORMACIONES REGLAMENTARIAS

No se requiere etiquetado especial.

#### OTRAS INFORMACIONES

**Medidas de control aplicables.**



**Prácticas de higiene apropiadas:** No permita el contacto con los ojos. Evite respirar el polvo.

Lávese abundantemente después del manejo.

**Equipo de protección personal:** Gafas de seguridad.

**Recomendaciones laborales:**

Las fuentes lavaojos y regaderas de seguridad deben ser fácilmente accesibles. Manténgase los pisos limpios y secos.

**Precauciones de manejo y almacenaje:**

Manténgase el material lejos de fuentes de calor, chispas o flama directa. Para conservar la calidad del producto guárdese éste en envases sellados y en lugar seco alejado del calor y la luz solar.

**Controles en ingeniería de diseño:**

Deben procurarse ventilaciones adecuadas para mantener las concentraciones del polvo por debajo de los límites aceptables de exposición.

## APLICACIONES DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

<b>Industria o Rubro</b>	<b>Producto</b>	<b>Uso y Descripción</b>
Industria de la Construcción	Cemento y materiales de construcción	Suspensor estabilizador agente hidrofílico Intensifica la acción adhesiva del cemento
Detergentes	Detergentes y jabones	Inhibidor de re-deposición de grasa. Incrementa la suspensión de grasa en los jabones
Industria Papelera	Papel	Incrementa la resistencia a la sequedad. Mejora propiedades mecánicas
Agricultura	Pesticidas y sprays a base de agua	Agente suspensor
Adhesivos	Todo tipo de adhesivos	Aditivo para todo tipo de pegamentos
Cosméticos	Cremas, lociones, pastas dentífricas, geles, shampoo	Protector de sustancias solubles en grasas y aceites. Absorbe humedad (fines cosmetológicos)
Pinturas	Pinturas de aceite, barnices	Espesante suspensor de los pigmentos en el fluido
Industria petrolera	Lodos de perforación	Coloide espesante (aumenta la viscosidad, sirve como aglutinante)
Plásticos	Plásticos (látex)	Incrementa la viscosidad
Cerámica	Cerámica, porcelana	Mejora las propiedades de horneado (disminución de cantidad de cenizas)
Industria textil	Telas, pinturas y barnices	Agente antideformante.. Mejora el acabado de telas. Agente espesante de pinturas y barnices textiles
Industria farmacéutica	Tabletas, cápsulas	Insoluble en el ambiente ácido del estómago, pero soluble en ambiente básico del intestino. Estabilizador, bioadhesivo, agente suspensor
Alimentos	Gelatina, flan, pudín, helados, cremas, jugos de fruta	Estabilizador, espesante, agente suspensor. Evita la cristalización (helados)
Medicina		Use utiliza en operaciones como geles para evitar fugas de aire y entrada de fluidos. Lubricante para cirugías oculares, lubricante para articulaciones
Otras aplicaciones	Pañales y productos similares	Ayuda a que los líquidos gelatinicen y sean retenidos

*Tabla: 11 Aplicaciones de la CMC, Fuente: admin,+Gestor\_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (4).pdf*

### MATERIAS PRIMAS CARACTERISTICAS Y DISPONIBILIDAD

En la producción de carboximetilcelulosa se emplean reactivos que, junto con el bagazo de caña de azúcar, constituyen las materias primas del proceso. Estos insumos se requieren en menor cantidad en comparación a los residuos lignocelulósicos, y son: hidróxido de sodio, etanol y ácido monocloroacético. A continuación, se detalla la producción nacional que hay de cada uno de estos insumos.



### 3.1.5 BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR:

Como se describió en el capítulo 2, en Argentina, la producción de caña de azúcar se concentra principalmente en las provincias del noroeste, como Tucumán, Salta y Jujuy. Tucumán es la mayor productora, con aproximadamente 15 millones de toneladas de azúcar producidas anualmente, de las cuales cerca del 30% corresponde a bagazo.

### 3.1.6 HIDRÓXIDO DE SODIO:

Se trata de un commodity irremplazable y esencial para el desarrollo industrial del país. Se produce en Argentina en grandes volúmenes lo que no sólo permite que no sea necesaria su importación, sino que además es exportable. Unipar es la compañía que lidera el mercado. Argentina representa hoy uno de los principales productores químicos de la región, no solo por el volumen sino también por la calidad y relevancia de los insumos que fabrica para abastecer a la cadena productiva.

Uno de los commodities fundamentales en este sentido es la soda cáustica. Es vital para el desarrollo de actividades industriales y, en consecuencia, para el crecimiento económico del país. Está presente en las industrias farmacéutica, alimenticia, papelería, metalúrgica, energética y hasta en la producción de aluminio, entre otras. Todas tienen como denominador común la necesidad de utilizar este producto para llevar adelante sus procesos productivos.

También conocida como sosa cáustica o hidróxido de sodio, la soda cáustica se requiere para la potabilización del agua, saneamiento y tratamiento de efluentes. También para la neutralización y corrección del PH en diferentes productos, así como para la limpieza de cañerías, tanques de acero inoxidable y maquinarias industriales, lo que garantiza la seguridad y salubridad de los procesos productivos. Incluso es fundamental para el refinamiento del petróleo en la generación de biodiesel, los procesos de blanqueamiento del papel y hasta para la elaboración de jabones y detergentes.

Así, desde la primera hora de la mañana hasta el final del día, la soda cáustica forma parte elemental y cotidiana de la vida de las personas ya que es constitutiva de procesos productivos de alta complejidad. Está presente en el lavado de ropa, el uso de productos de higiene personal y hogareña, en la posibilidad de tomar agua potable de la canilla o en comer y beber productos envasados, entre muchas otras prácticas diarias.



Antibacteriana, adaptable y efectiva son solo algunas de las principales cualidades de este componente químico que requiere de buenas prácticas y protocolos para su correcta utilización.

La soda cáustica se comercializa tanto de manera líquida como sólida. La primera es la más utilizada en industrias que necesitan grandes volúmenes y que a su vez tiene posibilidad de almacenaje. Por su parte, la sólida, conocida como soda cáustica en perlas o escamas, es más adecuada para aquellos sectores que requieren volúmenes más reducidos. Esta última, además es más fácil de transportar, de manipular y tiene mayor concentración (99% pureza). En parte por todo ello, tiene un costo más elevado para el mercado por conllevar otro proceso adicional y complejo. Ambas, sin embargo, tienen las mismas características, el diferencial en el caso de las perlas es que este tipo de soda cáustica evita el congelamiento durante su almacenamiento o transporte por zonas de bajas temperaturas, por ejemplo, en los proyectos mineros ubicados en zonas desfavorables. Por ello es un formato muy valorado por este sector. Hoy, la compañía Unipar, a través de su planta ubicada en el polo petroquímico argentino de Bahía Blanca, es el único productor de soda cáustica sólida por lo que es proveedor de las principales empresas mineras instaladas en el noroeste argentino.

Actualmente, Unipar produce unas 185 mil toneladas anuales de soda cáustica en los dos formatos existentes en su complejo de Argentina y 766 mil sumando las fábricas del vecino país. Compañías como Unilever, CCU, YPF, Raizen y Cervecería y Maltería Quilmes. son algunas de las más de 70 multinacionales que Unipar abastece de soda cáustica durante todo el año.

### 3.1.7 ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO

El Ácido cloroacético es el compuesto químico con la fórmula  $ClCH_2CO_2H$ . Es la materia prima para la carboximetilcelulosa, así como para agentes pesticidas, colorantes y fármacos.

El ácido cloroacético puro es un sólido cristalino higroscópico e incoloro que existe en varias formas cristalinas. Es un compuesto sintético que fue descubierto por primera vez como producto de la cloración del ácido acético por N. LEBLANC en 1841. R. HOFFMANN lo sintetizó más tarde en 1857 iniciando la cloración del ácido acético utilizando la luz solar.

El ácido cloroacético y su sal de sodio se consideran los productos de cloración más importantes del ácido acético en términos de importancia industrial y económica.

El ácido cloroacético tiene una excelente solubilidad en agua y buena solubilidad en metanol, acetona, éter dietílico y etanol, pero sólo es escasamente soluble en hidrocarburos e hidrocarburos clorados.

El mercado de ácido cloroacético está dominado regionalmente por Asia-Pacífico, principalmente debido a una importante actividad industrial, un fuerte crecimiento económico y una creciente demanda en naciones como China e India. Con una demanda sostenida de una variedad de sectores de uso final y el respaldo de industrias químicas sofisticadas, América del Norte y Europa también tienen cuotas de mercado considerables.

#### Descripción general de la industria del ácido monocloroacético

El mercado del ácido monocloroacético está parcialmente fragmentado. Los principales actores (sin ningún orden en particular) incluyen a Nouryon, Merck KGaA, Alfa Aesar, PCC Group y Akzo Nobel NV.

#### Concentración de mercado de ácido monocloroacético

- 1 Nourion
- 2 Merck KGaA
- 3 Grupo PCC
- 4 Alfa Aesar
- 5 Akzo Nobel NV

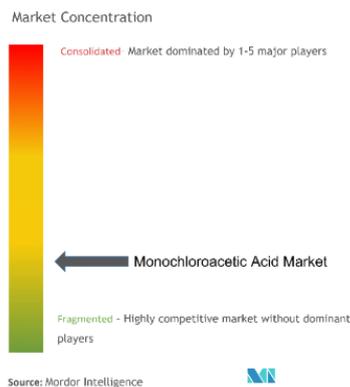


Figura: 9 Descripción general de la industria del ácido monocloroacético, Fuente : Mordor Intelligence.

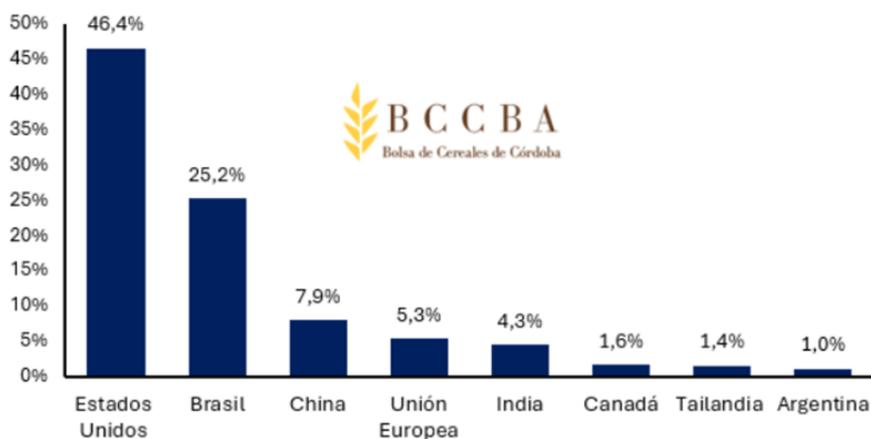
### 3.1.8 ETANOL:

A nivel mundial, Argentina se ubica en el octavo puesto como productor de bioetanol. En el país, aproximadamente el 70% de la generación de este biocombustible se produce a base de maíz, mientras que el resto con caña de azúcar. Córdoba es pionera en la producción, con el 52% de participación total y el 29% del cupo asignado, además explica el 46% de las ventas totales de bioetanol en el mercado

interno. Durante los primeros cinco meses del año, la producción de etanol batió un récord.

A nivel mundial, Estados Unidos, país que comenzó a aplicar leyes sobre los biocombustibles en tiempos similares a Argentina, pero con mejores y más incentivos, explica actualmente el 46,4% de la producción mundial de etanol, seguido por Brasil con el 25,2% y en tercer lugar China con el 7,9% de participación. Por su parte, **Argentina se encuentra en el octavo puesto con el 1%.**

Principales productores de etanol a nivel mundial  
-En %-



Fuente: DE-BCCBA en base a OCDE/FAO

Gráfico 6 Principal productores de etanol a nivel mundial, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA

### Actualidad de la industria etanolera en Argentina

La producción nacional de bioetanol en los primeros cinco meses del 2024 se posiciona como la más elevada de los últimos 10 años, con la particularidad que el aumento respecto al año anterior se debe al crecimiento de la producción de bioetanol en base a caña de azúcar. Sin embargo, **el bioetanol en base a maíz representa el 71% de la producción mientras que el 29% es de caña de azúcar.** Esta disparidad está explicada, en parte, por el precio del azúcar que genera un mayor incentivo al uso del insumo (caña de azúcar) en la industria azucarera en detrimento de la bioetanolera.

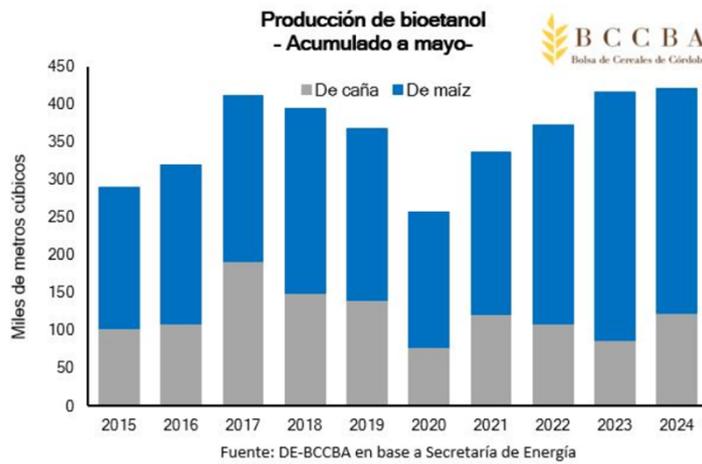


Gráfico 7 producción de bioetanol, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA

Considerando la contribución de cada provincia a la generación de este biocombustible, más de la mitad de la producción se desarrolla en Córdoba (52%), seguida por Tucumán con el 19% y luego, aportando en un 12%, San Luis.

**Participación provincial en la producción de bioetanol**

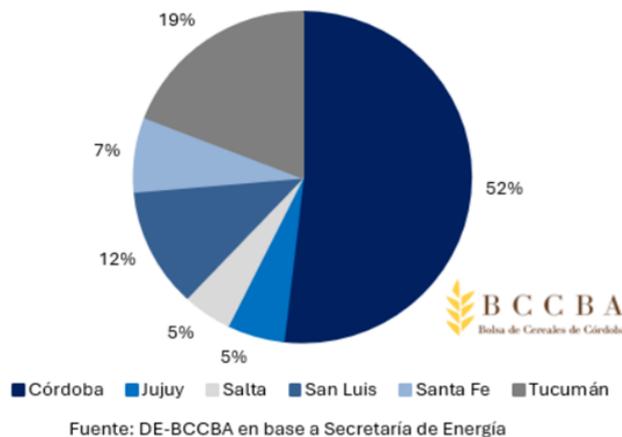


Gráfico 8 participación provincial en la producción de bioetanol, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA

Respecto a la producción nacional de bioetanol en base a maíz, hasta el mes de mayo del corriente año se llevan producidos 298 mil metros cúbicos, donde el 73% de esta generación se realiza en la provincia de Córdoba a través de sus 3 plantas.

Producción de bioetanol por empresa en m3 -acumulado hasta mayo de 2024-				
Provincia	Empresa	Localidad	Caña de azúcar	Maíz
Córdoba	Promaíz S.A	Alejandro Roca	-	66.752
	Bioetanol Río Cuarto S.A	Río Cuarto	-	47.556
	ACA Bio Cooperativa LTDA.	Villa María	-	104.530
Jujuy	Río Grande Energía S.A	La Mendieta	-	-
	Bio Ledesma S.A	Ledesma	23.109	-
Salta	Bio San Isidro S.A	Campo Santo	440	-
	Seaboard Energías Rnovable y Alimentos S.R.L	El Tabacal	19.505	-
San Luis	Maíz Energía S. A	Buena Esperanza	-	10.313
	Diaser S.A	San Luis	-	38.648
Santa Fe	Vicentin S.A.I.C	Avellaneda	-	30.750
	Bioenergías Agropecuarias S.A	Villa Ocampo	-	-
Tucumán	Bio Atar S.A	Concepción	15.193	-
	Bioenergía La Corona S.A		840	-
	Fronteita Energía S.A	Famailá	1.934	-
	Compañía Azucarera Los Balcanes S.A	La Florida	47.853	-
	Bioenergética Leales S.A	Leales	10.172	-
	Bioenergía Santa Rosa S.A	León Rouges	3.653	-
	Biotrinidad S.A	Villa La Trinidad	892	-
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>123.591</b>	<b>298.549</b>

Fuente: DE-BCCBA en base a Secretaría de Energía

Tabla: 12 producción de bioetanol por empresa en m3, Fuente: Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA

En cuanto al bioetanol producido en base a caña de azúcar, Tucumán tiene el mayor porcentaje de participación en el mercado, con 7 empresas en la provincia. Es así como, además, se posiciona como la región con mayor cantidad de plantas productoras.

### TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN:

La producción de carboximetilcelulosa sódica puede realizarse mediante diversas tecnologías, cada una adaptada a diferentes necesidades industriales. La elección del método depende de factores como el costo, la calidad del producto final y las materias primas disponibles. La tendencia hacia el uso de materiales residuales también refleja un interés creciente en prácticas más sostenibles en la producción química.

### OBTENCIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DEL PSEUDOTALLO DE PLÁTANO MUSA PARADISIACA:

En este proceso se extrae celulosa de los desechos del plátano para obtener posteriormente carboximetilcelulosa.



### 3.1.9 PARTE EXPERIMENTAL

**Muestras:** Desechos agrícolas de la industria platanera proveniente de granjas plataneras vía al Venado Estado Zulia, Venezuela.

Caracterización y extracción de la celulosa: El pseudotallo de plátano se cortó en trozos pequeños; seguido a esto se realizó una cocción con NaOH, de esta forma se extrajo la celulosa, eliminando así gran parte de lignina y hemicelulosa en este material vegetal. Luego de obtenida la fibra de celulosa la disolución de color negra resultante se filtró y blanqueo, se lavó nuevamente y posteriormente se secó a 60 ° C en la estufa.

**Obtención y caracterización de la carboximetilcelulosa:** Para la obtención de la carboximetilcelulosa se mezcló la celulosa obtenida con isopropanol. El sistema se agitó tratando de homogeneizar la suspensión. Se adiciona NaOH a diferentes concentraciones 5, 15 y 25% m/v agitándose vigorosamente durante 30 minutos a temperatura ambiente. La agitación continuó durante una hora. Posteriormente, se añadió lentamente el ácido monocloroacético durante un período de 30 minutos. A continuación, se sometió la reacción a calentamiento a una temperatura de 55 ° C durante 3 horas. Transcurrido este tiempo, la carboximetilcelulosa obtenida se filtró y el material fibroso se lavó con etanol al 70% v/v para eliminar los subproductos indeseables. Se secó en la estufa a 60 ° C hasta masa constante.

La individualización de las microfibrillas de celulosa de los recursos del plátano se basa en la combinación de tratamientos químicos y mecánicos. Durante los tratamientos químicos, los componentes de la madera, como pectinas y hemicelulosa se hidrolizan por la acción de los efectos de soluciones alcalinas. En este estudio se determinaron la temperatura, el tiempo y la concentración de la reacción.

#### CONCLUSIONES:

La carboximetilcelulosa puede ser sintetizada por carboximetilación de la celulosa extraída del pseudotallo del plátano *Musa paradisiaca*. Las características principales de la CMC obtenida a partir de este trabajo son: un grado de sustitución de 0,69, con una viscosidad de 1.170 cps, un rendimiento de la reacción de CMC de 78,57 y una pureza del 77,03%. Para la obtención de la CMC se puede utilizar una disolución de NaOH al 15% y 6 g ácido monocloroacético (ClCH<sub>2</sub>COOH) por cada 5 g de celulosa.



## OBTENCIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA USANDO LEMNA COMO MATERIA PRIMA:

En el presente proceso se elaborará celulosa a partir de lemna, la cual será materia prima para la obtención posterior de carboximetilcelulosa.

### **PARTE EXPERIMENTAL**

**Muestras:** La Lemna fue recolectada en el Municipio San Francisco, Estado Zulia.

**La caracterización de la muestra de Lemna:** se determinó el contenido de humedad, según la norma Covenin, proteína cruda por el método de Kjeldahl y análisis proximal de celulosa, hemicelulosa y lignina por el método de Goering y Van Soest.

**Reactivos y equipos utilizados:** El reactivo empleado para la extracción de celulosa fue el hidróxido de sodio al 99% m/m de grado analítico. Se emplea ácido monocloroacético para la carboximetilación de la celulosa.

**Caracterización y extracción de la celulosa:** La Lemna se lavó y seguidamente se dejó secar a 105 ° C por 2 horas en una mufla, extendiéndose sobre una bandeja limpia, seguido a esto se realizó una cocción con NaOH, de esta forma se extrajo la celulosa, eliminando así gran parte de lignina y hemicelulosa en este material vegetal. Una vez obtenida la fibra de celulosa, la disolución de color negro resultante se filtró y blanqueo, se lavó nuevamente y posteriormente se secó a 60 ° C en la estufa.

**Obtención y caracterización de la carboximetilcelulosa:** Para la obtención de la carboximetilcelulosa se mezcló la celulosa obtenida con isopropanol. El sistema se agitó tratando de homogeneizar la suspensión. Se adiciona NaOH a diferentes concentraciones: 5, 15 y 25% m/v agitando vigorosamente durante 30 minutos a temperatura ambiente. La agitación continuó durante una hora. Posteriormente, se añadió lentamente el ácido monocloroacético durante un período de 30 minutos. A continuación, se sometió la reacción a calentamiento a una temperatura de 55 ° C durante 3 horas. Transcurrido este tiempo, la carboximetilcelulosa obtenida se filtró y el material fibroso se lavó con etanol al 70% v/v para eliminar los subproductos indeseables. Se secó en la estufa a 60 ° C hasta masa constante.

### **3.1.10 CONCLUSIONES**

Las condiciones de extracción de la celulosa de la lenteja acuática tratada para las que se obtuvo el mayor rendimiento de 44,05% a 70 ° C con una concentración de 8%

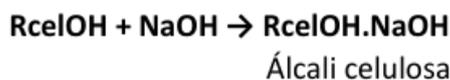


de hidróxido de sodio. La celulosa extraída de la Lemna presenta una morfología esférica. Se obtuvo un buen rendimiento en la extracción de la celulosa a partir de la Lemna.

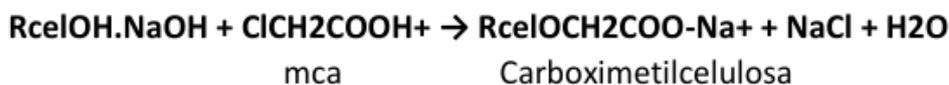
## OBTENCIÓN DE CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DE LINTER DE ALGODÓN

**Materia prima:** El linter de algodón ha sido considerado técnicamente muy apto para fabricación de CMC de alta calidad por varias razones: su elevada concentración de celulosa (80-85%) y muy bajos porcentajes de cenizas (0,8-2%) y de hemicelulosas (1-3%) y su alto grado de polimerización (alto peso molecular medio), que determina la alta viscosidad de la CMC.

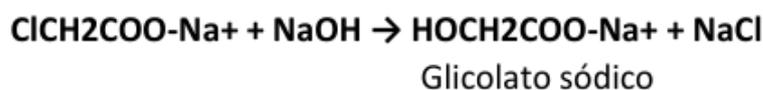
**El proceso La carboximetilcelulosa sódica se obtiene mediante dos reacciones consecutivas:** la formación de álcali-celulosa mediante la reacción de la celulosa con hidróxido de sodio, llamada alcalinización, hinchamiento o mercerización



y la eterificación de la álcali-celulosa mediante la reacción con cloroacetato de sodio o ácido monocloroacético.



En la reacción de álcali celulosa con cloroacetato de sodio se consume sosa para formar cloruro de sodio. Por esta razón es necesario adicionar inicialmente un exceso de álcali o bien reposarlo en etapas posteriores de reacción. Además, existe una reacción secundaria en la que se forma glicolato de sodio como subproducto.



En la primera reacción, las fibras de algodón se hinchan en soluciones altamente concentradas de NaOH y se producen cambios visibles en el área de la sección transversal de las fibras durante este proceso. La sección transversal presenta una

forma ovalada después del hinchamiento. Las diferencias grandes en el hinchamiento ocurren debido a la concentración de la solución de NaOH.

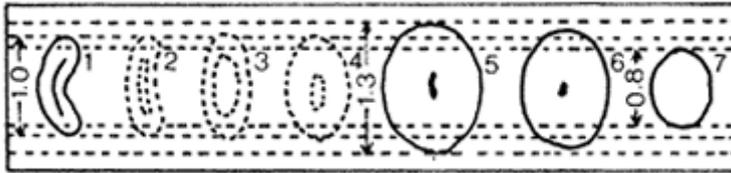


Figura: 10 hinchamiento de las fibras de algodón Fuente: admin,+Gestor\_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (3).pdf

La reacción entre las fibras de celulosa y soluciones alcalinas, es una reacción exotérmica y cualquier incremento de la temperatura durante el hinchamiento reduce la absorción de álcali y consecuentemente reduce la efectividad de la mercerización.

A continuación, encontramos una tabla con metodología experimental, la cual es un resumen de lo que se realizó para obtener CMC a partir de linter de algodón.

<b>METODOLOGÍA</b>			
<b>ETAPA DEL PROCESO</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INTERVALO DE VARIACIÓN</b>	<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>
A. REACCIÓN DE MERCERIZACIÓN (PRODUCCIÓN DE ÁLCALI CELULOSA)	1. Concentración de la solución de NaOH.	16% - 50%	Grado de sustitución
	2. Adición de solvente (isopropanol).	Si –no	Grado de sustitución
	3. Temperatura de reacción	10° C – temperatura ambiente	Grado de sustitución. Viscosidad, pureza
B. REACCIÓN DE ETERIFICACIÓN	1. Tiempo de reacción.	2 h – 3 h	Grado de sustitución. Viscosidad, pureza
	2. Masa de eterificante	9 g – 13,3 g	Grado de sustitución
	3. Grado de procesamiento de materia prima	Celulosa pre-blanqueada, celulosa blanqueada, celulosa seca estándar, celulosa de alta viscosidad	Grado de sustitución. Viscosidad, pureza
C. PROCESO COMPLETO A CONDICIONES ÓPTIMAS	1. Grado de procesamiento de materia prima.	Linter crudo, linter cocido, celulosa pre-blanqueada, celulosa blanqueada, celulosa seca estándar, celulosa de alta viscosidad	Grado de sustitución. Viscosidad, pureza, pH, humedad

Tabla: 13 Metodología experimental, Fuente: admin,+Gestor\_a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (3).pdf



### 3.1.11 CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio se puede concluir lo siguiente:

- (1) Con las pruebas realizadas a escala laboratorio se obtuvo CMC con alto grado de pureza, valor de DS y viscosidades altas. El proceso húmedo óptimo definido y explicado en el proyecto, corresponde al resultado de varias pruebas experimentales, describiendo el proceso final de obtención bajo las condiciones especificadas.
- (2) La materia prima utilizada como base será la celulosa laminada húmeda que entra en el proceso de secado actual por ser más económica y permitir la producción de CMC de alta viscosidad.
- (3) Las diferencias de los resultados en función a las materias primas utilizadas, no son muy significativas, por lo que a escala industrial se puede considerar la opción de trabajar con cualquiera de ellas o combinándolas (según la disponibilidad en planta de la celulosa)
- (4) En el proceso húmedo, la variable crítica en la etapa de obtención del producto, es la concentración de NaOH y la cantidad de agente eterificante. La concentración definida (26,6 % w/v) es la concentración óptima para el tipo de materia prima con la que se realizaron las pruebas.
- (5) El uso de solvente inerte (alcohol isopropílico) facilita el proceso, e incrementa el valor de las principales características comerciales del producto.

#### **OBTENCIÓN DE CARBOXIMETILCELULOSA A PARTIR DE CELULOSA DE CASCARILLA DE ARROZ**

En el presente proceso se elaborará CMC eterificando la celulosa sin blanquear obtenida a partir de la cascarilla de arroz empleando una modificación del método Druvacell. La celulosa sin blanquear es pretratada con isopropanol e hidróxido de sodio para promover el hinchamiento de las fibras y la ionización de los grupos hidroxilos, y luego se realiza la eterificación con ácido monocloroacético. Se utilizaron distintas concentraciones de hidróxido de sodio y de ácido para observar sus efectos en la pureza y el grado de sustitución de la CMC obtenida. Se realizó también un análisis de espectrometría infrarroja para reconocer los grupos sustituyentes en el producto final. Se logró obtener una CMC cruda con una pureza mayor al 70% y un grado de sustitución mayor a 0,6.



## **DESARROLLO**

Se utilizó Hidróxido de sodio 99,4% p.a. (Anedra), agua desionizada, ácido monocloroacético 99% p.a. (Merck), alcohol isopropílico 99,5% p.a. (Biopack), ácido nítrico 65% p.a. (Cicarelli) y alcohol etílico 96% de tipo comercial. La cascarilla de arroz fue provista por la empresa ORYZA SA. La cascarilla de arroz presenta 34,1% de glucanos, 13,1% de xilanos, 1,5% de arabinanos, 19% de lignina, 1,5% de grupos acetilos, 15,0% de inorgánicos, 8,2% de extractivos y 7,9% de otros. La misma fue tratada en diferentes etapas de fraccionamiento para obtener celulosa pura.

Como primera etapa se extrajeron las hemicelulosas con un tratamiento con ácido diluido, seguidamente un tratamiento Organosolv para separar la lignina. El material libre de hemicelulosas y deslignificado se sometió a un tratamiento alcalino para la purificación de la celulosa (a 121°C durante 30 min con NaOH al 5% p/v). Por último, se realizó un tratamiento ácido para la disminución del tamaño de las fibras de celulosa. Estas fibras de celulosa purificadas constituyeron la materia prima en el proceso de obtención de la carboximetilcelulosa.

### **Obtención de Carboximetilcelulosa (CMC)**

Se pesó 0,6 g de la fibra celulósica y se agregó un volumen de alcohol isopropílico hasta cubrirla totalmente. Se agitó la mezcla durante 30 minutos a 12°C para producir el hinchamiento de las fibras. Luego se agregaron 5 mL de una solución de hidróxido de sodio al 25% p/v y se continuó con la agitación por 30 minutos más. Para la esterificación de la celulosa se utilizó ácido monocloroacético en relación con la masa de celulosa de 1:3. Se agregó a la mezcla anterior en forma lenta durante 15 minutos y manteniendo la agitación con una temperatura de 60-65°C por 3 horas. Se filtró al vacío y el material sólido se lavó con alcohol isopropílico al 87% p/v y luego con alcohol isopropílico al 90% p/v agitando 10 minutos con cada uno. Se neutralizaron las fibras finalmente con ácido acético, se filtraron y se secaron en estufa a 100°C.

### **Caracterización de la CMC**

Para la determinación del grado de pureza se pesó 1 g de la CMC obtenida anteriormente colocándola en un vaso de precipitados agregando 25 mL de etanol al 80% p/v y agitando en un agitador magnético durante 15 minutos a 65°C. Se filtró y se repitió el lavado. Por último, se secó a 100°C y se pesó la masa seca. Se calculó el porcentaje de CMC obtenida. Luego se calculó el grado de sustitución pesando 1g de



CMC obtenida a la que se le agrega 20 mL de alcohol etílico al 96% agitando a temperatura ambiente. Se agregan 2 mL de ácido nítrico y se lleva a ebullición por 5 minutos, apagando el calentamiento y manteniendo la agitación durante 10 minutos más. Por último, se filtraron las fibras y se lavaron con alcohol etílico y luego se secaron por 3 horas a 100°C. Se tomó 0,5 g de las fibras secas y se agregó una solución de NaOH 0,4 N hasta cubrir las agitando durante 10 minutos a temperatura de ebullición. Se colocó HCl 0,4 N en una bureta y se valoró con esta solución el exceso de NaOH de la mezcla anterior en caliente.

### CONCLUSIONES

El grado de pureza de la CMC obtenido a partir de 5 muestras de fibras de celulosa fue de 88±5,02% y el grado de sustitución de 0,65 a 0,75.

Se logró obtener CMC a partir de fibras de celulosa de cascarilla de arroz. La pureza promedio fue del 88% y el grado de sustitución de 0,65 a 0,75 similar a lo obtenido en otras experiencias con igual concentración de NaOH.

### OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARBOXIMETILCELULOSA PROVENIENTE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

El empleo de residuos agroindustriales constituye una de las innovaciones en el área de polímeros dado que representan una vasta fuente de material lignocelulósico. En la región del Noroeste Argentino se encuentran emplazados una gran cantidad de ingenios azucareros de pequeña escala, los cuales producen como desecho, bagazo de caña de azúcar, constituido aproximadamente por un 45 % de celulosa. Las fibras de celulosa (FC) pueden obtenerse mediante hidrólisis alcalina del bagazo de caña de azúcar.

El proceso Druvacell, es un método empleado para la obtención de CMC a partir de FC. Las FC son pretratadas con isopropanol y con álcali para promover el hinchamiento de las mismas y la ionización de los grupos hidroxilos, para luego proceder a la reacción de sustitución con el agente eterificante. Básicamente, la carboximetilcelulosa se obtiene por la reacción con ácido monocloroacético (AMCL) sobre celulosa alcalina, como se describe a continuación:





### **Materiales y métodos**

El bagazo de caña de azúcar fue donado por el Ingenio La Esperanza (Jujuy). El mismo fue secado en estufa con ventilación durante 4 horas a 60°C y posteriormente molido hasta que el tamaño de partículas atravesó un tamiz de malla 50 (ASTM) y fue retenido por un tamiz de malla 60 (ASTM). Todas las drogas empleadas poseen grado analítico.

### **Obtención de Carboximetilcelulosa**

El procedimiento empleado, está adaptado del proceso Druvacell a escala laboratorio. En el reactor se mezclaron 3 g de FC con 80 ml de alcohol isopropílico. El sistema se agitó durante media hora. Luego se adicionaron 10 ml de la solución de NaOH. Se emplearon dos concentraciones diferentes, 40, 50 y 60% según la muestra, agitando vigorosamente durante 30 min a temperatura ambiente. Posteriormente se añadió poco a poco ácido monocloroacético, empleando relaciones de ácido monocloroacético-FC entre 1,6 y 2,4, según la muestra, durante un periodo de 30 min. Se sometió a agitación durante 3,5 horas a 60°C. Transcurrido ese tiempo, la mezcla se filtró y el material fibroso se mezcló con 300 ml de metanol al 70% v/v y se neutralizó con ácido acético al 90%. Las fibras fueron lavadas con alcohol etílico.

En la siguiente tabla, figuran las concentraciones empleadas en el experimento.

**Tabla 3.** Relaciones de reactivos en las muestras para obtención de CMC

Muestra	Concentración de NaOH (%p/v)	Relación FC- Ácido monocloroacético
A	40%	1,6
B	50%	1,6
C	50%	2,4
D	60%	1,6
E	60%	2,4

Tabla: 14 Relaciones de reactivos en las muestras para la obtención de CMC,  
Fuente:[https://www.aaia.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf](https://www.aaia.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf)

Cada muestra se realizó por triplicado. Con el objetivo de estudiar el efecto de la relación AMCL-FC y concentración de NaOH, sobre el rendimiento final y la calidad de las fibras obtenidas, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y el test de comparaciones múltiples de Tukey con  $p \leq 0.05$ .

### **Caracterización de la carboximetilcelulosa**



La carboximetilcelulosa obtenida se caracterizó de acuerdo a la norma ASTM D1439/03. Para la determinación del grado de pureza se tomó una muestra de 3g de CMC. Se agitó mecánicamente en un vaso de precipitados durante 15 min con una porción de 150 ml de etanol (80% en volumen) a una temperatura de 60 a 65 ° C. Se separó el líquido sobrenadante y luego se procedió al filtrado de las fibras. Se agregó una nueva porción de etanol y se repitió el procedimiento de lavado. La materia no disuelta se secó en estufa a 100°C, se pesó y se calculó el porcentaje de carboximetilcelulosa de sodio presente en la muestra.

Para la determinación del grado de sustitución se pesaron 3 g de cada muestra y se añadieron 75 ml de alcohol etílico (95%). Se agitó hasta obtener una buena suspensión y se agregó 5ml de HNO<sub>3</sub>. Se calentó la mezcla hasta ebullición durante 5 min y se continuó la agitación durante 10 a 15 min a temperatura ambiente. Se procedió al filtrado de las fibras y el precipitado se lavó con etanol hasta eliminar el ácido. Por último, se lavó el precipitado con una pequeña cantidad de metanol anhidro y se secó, durante 3 horas a 105 ° C. Finalmente se tomó una muestra de 1g carboximetilcelulosa ácida, se añadió agua y una solución de NaOH 0,4 N, se calentó hasta ebullición, se mantuvo durante 10 minutos y, mientras la solución aún se encontraba caliente, se valoró el exceso de NaOH con HCl 0,4 N. También se estudiaron la viscosidad de las soluciones al 1,5 y 3% de CMC a 30°C. El precipitado se lavó con etanol hasta eliminar el ácido.

A partir de las FC se obtuvo CMC mediante el proceso anteriormente descrito. Se trabajó sobre 5 muestras, de 3g de FC cada una, en las que se variaron las concentraciones de reactivos

A partir de estas muestras se determinó la pureza de la CMC obtenida.

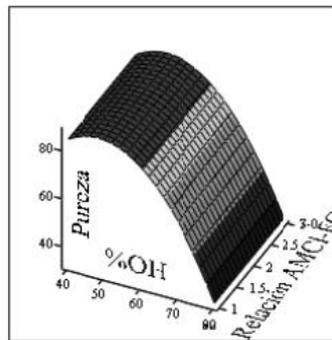
**Tabla 4.** Pureza y grado de sustitución de las muestras de CMC

Muestra	Pureza	DS
A	83,7	0,58
B	86,7	0,79
C	82,6	0,67
D	80,9	0,54
E	79,0	0,55

Tabla: 15 Pureza y grado de sustitución de las muestras de CMC,

Fuente:[https://www.aaq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf](https://www.aaq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf)

Se empleó un modelo de regresión lineal y se estudiaron los efectos mediante análisis de varianza y gráficos de superficie-respuesta, sobre la pureza, a fin de obtener los parámetros óptimos para obtener CMC.



**Fig. 5.** Gráfico superficie de respuesta

Gráfico 9 4 Superficie expuesta, Fuente:  
[https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf](https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf)

Como se observa, se obtiene un máximo de pureza trabajando a 55% de concentración hidróxido. En la Tabla 5 se muestran los resultados del análisis de viscosidad de las soluciones al 1,5 y 3% de CMC a 30°C, mediante un viscosímetro Ubbelohde (serie 1B).

**Tabla 5.** Viscosidad de las muestras de CMC

Muestra	Viscosidad en cSt al 1,5% de CMC	Viscosidad en cSt al 3 % de CMC
A	ND	ND*
B	7,13	24,94
C	4,41	11,49
D	4,47	12,12
D	3,42	8,87
*No determinado		

Tabla: 16 Viscosidad de las muestras de CMC,  
Fuente: [https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf](https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf)

Como se observa, existe una correlación entre el DS, la pureza y la viscosidad de las soluciones. La habilidad que tiene un éter de celulosa para funcionar como un espesante o agente controlador de flujo de fluidos (control del comportamiento reológico). depende en gran medida del DS (Badui, 2006). Se observa también, el efecto de la concentración de la CMC, en soluciones acuosas. Un incremento al doble



de su concentración, produce un incremento de la viscosidad de aproximadamente un 350%, para la muestra B.

### **Conclusiones**

El análisis de los factores, indican que la mayor pureza de la CMC obtenida, (aproximadamente un 87%) se obtiene trabajando con una concentración de hidróxido de sodio del 55% y una relación de ácido monocloroacético-fibra de celulosa que se encuentre entre 1,6 y 2,0. La CMC obtenida es totalmente soluble en agua generando soluciones cuya viscosidad varían entre 24 y 9 cSt y 8 a 3 cSt en soluciones preparadas al 1,5 y 3%, respectivamente, dependiendo tanto de la pureza de la muestra, como del DS de la misma. Por lo tanto, se concluye que el empleo de fibras de celulosa no blanqueadas con la relación de reactivos propuesta posibilita la obtención de CMC de grado crudo con características muy similares a la CMC comercial de grado crudo, utilizando como materia prima el bagazo de caña de azúcar proveniente de los ingenios azucareros de la región.

### **CONCLUSIÓN FINAL ACERCA DE SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

Debido a las distintas tecnologías de producción descritas, y a las distintas materias primas que se pueden utilizar, hemos seleccionado el proceso de obtención de la carboximetilcelulosa sódica a partir del bagazo de caña de azúcar por el proceso Druvacell.

Seleccionamos esta tecnología de procesamiento debido a la gran cantidad de ingenios azucareros en el Noroeste del país, los cuales nos proporcionan la principal fuente de materia prima que es la celulosa, si bien las superficies cultivadas de algodón y caña de azúcar son muy similares y el de arroz es un poco inferior, la cantidad de bagazo de caña de azúcar es mayor debido al aumento en el consumo y por ende la producción de biocombustibles como el bioetanol, que se obtiene en gran porcentaje debido a la caña de azúcar en el país como está descrito en la tabla 3.3 podemos respaldarnos en dicho proceso para la obtención de dicha materia prima.



## CAPÍTULO N ° 4: TAMAÑO

### INTRODUCCIÓN

La trascendencia de establecer el tamaño del proyecto se manifiesta de manera primordial en la planificación y gestión del proyecto. Su importancia tiene influencia directa en distintos aspectos del proyecto, incluyendo la temporalidad, asignación de recursos, inversión económica, funcionamiento, calidad y potencial de ganancias.

Es fundamental analizar la accesibilidad de las materias primas, la tecnología requerida, la extensión geográfica del mercado, una estrategia comercial, la ubicación física y los aspectos financieros, entre otros. Por ende, el alcance del proyecto se establece mediante un examen completo que abarca diversos factores.

Con referencia a este proyecto específico, la capacidad se determinará mediante una estimación preliminar, una relación Tamaño-Mercado.

La capacidad instalada es el volumen máximo de producción que se puede obtener con los recursos disponibles en el proyecto, mencionando dinero, equipos, personal, instalaciones, etc.

La cantidad demandada proyectada a futuro es quizás el factor condicionante más importante del tamaño. Aunque el tamaño puede ir adecuándose a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado creciente, es necesario que se evalúe esta opción contra la de definir un tamaño con una capacidad ociosa inicial que posibilite responder en forma oportuna a una demanda creciente en el tiempo.

### FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO:

#### **Relación Tamaño- Capacidad de financiamiento:**

La capacidad de financiamiento es una de las variables más significativas durante la ejecución del proyecto, dado que la inversión del proyecto puede verse afectada por esta, debido a que comúnmente se establece un tope superior para la inversión, en virtud de las limitaciones impuestas por la capacidad financiera del inversionista.

El proyecto puede contar con diversas modalidades de financiamiento. entre las que se incluyen:

**Fuentes internas:** Esto involucra el capital propio aportado en la etapa inicial por los propios inversionistas y responsables del proyecto.

**Fuentes externas:** Estas se adquieren fuera del proyecto y se obtienen a través de diversos canales, como el mercado de capitales, instituciones bancarias, etc.

**Mercado de capitales:** Adquirir participación en el negocio mediante instrumentos financieros como acciones, obligaciones o bonos.

**Bancos e instituciones de fomento:** Las entidades bancarias proporcionan acceso a créditos de corto, mediano y largo plazo, ajustados a las particularidades del proyecto. Además, se pueden obtener créditos de instituciones privadas, como créditos comerciales con proveedores y fabricantes de equipos.



**Cooperación para el desarrollo:** Esta alternativa implica la obtención de apoyo financiero por parte de organismos internacionales que destinan recursos tanto técnicos como financieros para el desarrollo del proyecto.

El financiamiento comúnmente sirve como un límite superior para la dimensión del proyecto. Por consiguiente, si las capacidades tecnológicas y de equipamiento lo permiten, se podría contemplar la adopción gradual del proyecto en etapas como una alternativa factible. En este contexto, la capacidad financiera, que rara vez es inflexible, mantiene una relación mutua con el tamaño del proyecto.

Si los recursos financieros resultan insuficientes para cubrir las exigencias de inversión, la ejecución del proyecto se ve comprometida. Por esta razón, el tamaño del proyecto debe ajustarse para ser seguro en términos de financiamiento, mientras se procuran minimizar los costos y optimizar el retorno de la inversión.

#### **Relación Tamaño-Punto de equilibrio:**

La relación entre el tamaño y el punto de equilibrio es un concepto importante en la gestión financiera y el análisis de costos en los negocios. El punto de equilibrio es el nivel de ventas en el que los ingresos totales son iguales a los costos totales, por lo que no se registra ni utilidad ni pérdida.

De manera general, es posible afirmar que tanto la tecnología como los equipos tienden a imponer un límite inferior a la dimensión del proyecto. Por consiguiente, la capacidad financiera de la empresa debe ser suficiente para cubrir ese tamaño mínimo.

Es importante comprender el punto de equilibrio y cómo se relaciona con su tamaño, ya que esto afectará las estrategias comerciales y decisiones financieras. Este aspecto será objeto de análisis en secciones subsiguientes, una vez que los diversos costos de proyecto hayan sido definidos.

#### **Relación Tamaño- Capacidad de inversión:**

Esta relación está dada por la disponibilidad de recursos de inversión con los que se podrían contar para invertir en el presente proyecto, determinado por lo general desde el capital de trabajo, el costo de la maquinaria y equipo e instalación, entre otros.

Es aquí donde se pone en evidencia cuánto sería el costo unitario de producción con respecto al tamaño seleccionado y a los posibles tamaños, teniendo en cuenta la capacidad productiva de la tecnología elegida y respecto a los diferentes tamaños de planta dada por la capacidad de la máquina y equipo.

#### **Relación Tamaño- mercado**

La relación entre el tamaño de un proyecto y el mercado se refiere a como el tamaño del mercado objetivo de un producto o servicio influye en la viabilidad y el éxito de un proyecto. Esta relación es esencial en la planificación estratégica y el desarrollo de nuevos productos, ya que el tamaño del mercado puede tener un impacto significativo en la rentabilidad y la sostenibilidad del proyecto.

El tamaño óptimo depende de las economías de escala que estén presentes en un proyecto. Al estar en presencia de un mercado creciente, esta variable toma más



importancia, donde optará por definir un tamaño inicial más pequeño pero que vaya ampliándose de acuerdo con las posibilidades de la escala de producción.

En el capítulo 2 “Estudio de mercado” se analizó el comportamiento de la demanda de carboximetilcelulosa sódica. El mercado internacional se encuentra en pleno crecimiento.

El tamaño del mercado de carboximetilcelulosa se estima en 1.5 millones de dólares en 2024 y se espera que alcance los 1.87 millones de dólares en 2029, creciendo a una tasa compuesta anual del **4.64%** durante el período previsto (2024-2029).

### ***Relación Tamaño- Mercado proveedor***

Cuando hablamos del mercado proveedor nos referimos no sólo a aquellas firmas que proporcionan insumos, materiales y equipos, a su vez comprende a quienes proporcionan servicios financieros y de mano de obra. La relación entre el tamaño del proyecto de producción de carboximetilcelulosa sódica y el mercado proveedor se refiere a cómo el tamaño de la operación de producción de CMC puede influir en la selección y la relación con los proveedores de materias primas necesarias para la producción.

Un factor importante a tener en cuenta en el desarrollo de una empresa es el abastecimiento suficiente, en cantidad y calidad, de materias primas. Ya que limita la capacidad de uso del proyecto o aumenta los costos del abastecimiento.

En este proyecto la carboximetilcelulosa sódica se obtiene a partir del bagazo de caña de azúcar, cuyos mercados proveedores se analizaron en el capítulo 2 “Estudio de Mercado”.

### ***Relación Tamaño-Recursos Humanos***

En toda Argentina, hay una gran disponibilidad de personal profesional y técnico. Esta abundancia de recursos humanos disponibles no representa un desafío significativo para la organización y, en consecuencia, no constituye una limitación para el proyecto.

### ***Relación Tamaño-Tecnología***

El tamaño de un proyecto se establece en función de cuántos productos pueden ser procesados por las máquinas disponibles, las cuales han sido diseñadas para manejar una cantidad específica. Por lo tanto, el proyecto debe adaptarse al tamaño que las máquinas pueden manejar, siguiendo las características técnicas de estas.

Elegir la tecnología adecuada es muy importante. Esto se debe a que la elección de la tecnología determina si el proyecto podrá aumentar o no la cantidad de productos que pueden producir.

En un proyecto de producción de CMC, el “Tamaño” generalmente se refiere a la capacidad de producción total de carboximetilcelulosa en un periodo de tiempo determinado, como la cantidad de CMC que se puede producir por día o por mes.

La tecnología se refiere a métodos, procesos y equipos utilizados para producir CMC a partir de las distintas fuentes de celulosa. Diferentes tecnologías pueden tener



diferentes niveles de eficiencia, automatización y capacidad de procesamiento como se describió en el capítulo 2 “Selección de tecnología”.

La tecnología utilizada en un proyecto de producción de CMC puede tener un impacto directo en el tamaño y la capacidad de producción del proyecto. La elección de una tecnología eficiente y estable puede permitir que el proyecto alcance una mayor capacidad productiva, mientras que una tecnología menos eficiente podría limitar el crecimiento del proyecto en términos del tamaño de producción.

Por lo tanto, a la hora de seleccionar una tecnología, con frecuencia se define un tamaño mayor al requerido para tener la posibilidad de aumentar la capacidad productiva sin la necesidad de cambiar de maquinaria, teniendo en cuenta que estas pueden ser mejoradas para producir la misma cantidad a menores costos. Es por esto, que este factor establecería un tamaño mínimo de factibilidad para el proyecto.

### ***Relación Tamaño- Medio ambiente***

Es esencial considerar en la planificación del tamaño de la planta de producción como afectará al medio ambiente y cómo podrán controlarse sus impactos. Además, es necesario examinar cómo la mitigación de esos efectos ambientales requerirá de equipos y recursos significativos. Esto tiene una gran relevancia en la determinación de la capacidad de producción de la planta, ya que está directamente vinculado al tamaño de la instalación.

Es crucial considerar cómo minimizar los impactos negativos en el medio ambiente. Esto podría implicar la implementación de tecnologías limpias, la optimización del uso de recursos, la gestión adecuada de desechos y la reducción de emisiones contaminantes.

En el capítulo 12 de “Aspectos ambientales”, se presenta un estudio detallado de estos impactos, pero cabe resaltar que los mismos no son de carácter crítico. Por lo que, adoptando políticas con buenas prácticas de producción, el tamaño dejaría de estar directamente influenciado por el medio ambiente.

### **DETERMINACIÓN DE TAMAÑO.**

Como describimos en el capítulo 2 de “Estudio de mercado”, Argentina **no tiene una producción significativa de carboximetilcelulosa (CMC)**, y gran parte de su demanda se cubre mediante **importaciones**. Debido a esto se estima una proyección de demanda basada en proyecciones de crecimiento anual estimado entre **4.1% y 4.8%**.



Año	Demanda interna estimada (toneladas)
2023	3688
2024	3850
2025	4015
2026	4185
2027	4362
2028	4544
2029	4731
2030	4925
2031	5126
2032	5334
PROMEDIO	4476

Tabla: 17 Mercado Interno Argentino. Fuentes: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/carboxymethyl-cellulose-cmc-market>, <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-carboxymethyl-cellulose-market/market-analysis>

En función de estos valores vemos que el consumo local en promedio de CMC es de 4476 toneladas anuales. Con una proyección de producción de 10 años con una demanda insatisfecha de 5500 toneladas anuales, proponemos una planta de 6500 toneladas / año. Con el fin de abastecer el mercado interno y contribuir con la producción del mercado internacional, distribuidas de la siguiente manera:

- **Demanda interna (2032):** 5,200 toneladas.
- **Exportaciones:** Un 30% adicional, es decir, **1,300 toneladas**.

#### 4.1.1 Conclusión:

El mercado global de CMC está proyectado para crecer de forma constante, con un aumento en la producción y la demanda en varias industrias clave. El valor del mercado alcanzará los **3.21 mil millones de USD** para 2030, y la producción superará las **750.000 toneladas** anuales. Las industrias alimentaria y farmacéutica seguirán liderando la demanda, mientras que las mejoras en los métodos de producción y la creciente demanda de productos ecológicos impulsarán la expansión del mercado.

#### PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

Para realizar una estimación del programa de producción se propone comenzar con la fabricación teniendo en cuenta el tiempo de instalación de la planta que lleva aproximadamente un año.

Para el presente proyecto se determinó en el punto anterior una capacidad de planta 6500 toneladas de producto final por año. Este tamaño de planta, posee un buen respaldo del mercado nacional, para los años que dure el proyecto, asegurando un mercado potencial.



Para elaborar el programa de producción de una planta destinada a producir 6500 toneladas de carboximetilcelulosa (CMC) al año, es necesario desglosar la planificación a nivel de procesos, tiempos, y recursos.

Tomando en cuenta un año estándar (2025) y considerando una parada de planta por tareas de mantenimiento de un mes. La planta operará en tres turnos rotativos de 8 hs de manera continua (06:00-14:00; 14:00-22:00; 22:00-06:00) y se dispondrá de un turno diurno de 9 hs (08:00- 17:00 para administración) por los 300 días hábiles del año el cual nos da una la producción diaria de 21.667 Tn/día.

$$\text{Producción diaria} = \frac{\text{Producción anual}}{\text{Días laborales}} = \frac{6500 \text{ tn/año}}{300 \text{ días/año}} = 21.667 \text{ Tn/día}$$

AÑO 2025			
Mes	Días Laborales	Producción Mensual (tn/mes)	Acumulado Anual (tn)
Enero	25	541,6675	542
Febrero	24	520,0008	1062
Marzo	26	563,3342	1625
Abril	25	541,6675	2167
Mayo	24	520,0008	2687
Junio	25	541,6675	3228
Julio	26	563,3342	3792
Agosto	25	541,6675	4333
Septiembre	25	541,6675	4875
Octubre	26	563,3342	5438
Noviembre	25	541,6675	5980
Diciembre	24	520,0008	6500

Tabla: 18 Programa de producción. Fuente, elaboración propia

#### 4.1.2 Conclusión del Programa de Producción

El programa de producción diseñado para la planta destinada a la fabricación de 6,500 toneladas de Carboximetilcelulosa (CMC) durante el año 2025 ha sido estructurado sobre la base de una planificación detallada que optimiza los recursos disponibles, garantiza la continuidad operativa y asegura el cumplimiento de los objetivos de producción anual.

Mediante un análisis preciso de la capacidad de producción diaria, se ha determinado que la planta debe producir 21.67 toneladas diarias en un ciclo de 300 días laborables, distribuidos en tres turnos de 8 horas cada uno. Este enfoque asegura una operación continua y eficiente, con una producción uniforme a lo largo del año.



La implementación de un sistema de turnos es clave para maximizar la eficiencia de la planta, permitiendo alcanzar la producción diaria requerida. Esta planificación también incorpora un sistema de mantenimiento preventivo, programado estratégicamente para minimizar las interrupciones en la producción, asegurando así la fiabilidad operativa de los equipos y reduciendo la probabilidad de fallas imprevistas que podrían afectar el rendimiento anual.

Finalmente, la estructura del programa de producción asegura una producción sostenida y eficiente, compatible con las exigencias del mercado y adaptable a las posibles fluctuaciones en la demanda, así como a las necesidades de ajustes operativos. El sistema establecido es robusto y flexible, permitiendo una respuesta eficiente ante cualquier variabilidad en la operación o en la disponibilidad de insumos. Esto garantiza que la planta pueda operar con una máxima eficiencia durante el 2025, cumpliendo con las expectativas de producción y calidad del producto final.

## CONCLUSIÓN

En este capítulo, se observaron y/o examinaron los diversos elementos que influyen en el tamaño del proyecto, resaltando especialmente aquellos que ejercen una influencia más significativa en la toma de decisiones.

Se concluyó que el factor más significativo para la determinación del tamaño del proyecto es la disponibilidad de materia prima como veremos en el capítulo siguiente de localización y como se estudió en el capítulo 2 de estudio de mercado, en Argentina no se produce carboximetilcelulosa sódica ya que el consumo es importado, por este motivo el criterio que optamos para determinar el tamaño de la producción es en función del mercado, haciendo una evaluación Tamaño-Mercado, con el fin de poder abastecer el consumo interno argentino.

El mercado de CMC en Argentina presenta una oportunidad de crecimiento importante, tanto por la demanda interna creciente como por las posibilidades de exportación a la región, con un retorno de inversión proyectado en **10 años**, dependiendo de los costos operativos y el mercado.



## CAPÍTULO N ° 5: LOCALIZACIÓN

### INTRODUCCIÓN

La localización de una planta de producción es un proceso crucial en la planificación estratégica de cualquier empresa. En el caso de la producción de carboximetilcelulosa sódica, un biopolímero con aplicaciones en diversas industrias, la elección de la ubicación adecuada para la planta de producción tiene un impacto directo en la eficiencia operativa, los costos logísticos y la accesibilidad de materias primas y mercados.

En este capítulo se centra en la metodología y consideraciones para la localización óptima de una planta de producción de carboximetilcelulosa sódica analizando factores económicos, ambientales y sociales. Se realizará un estudio de las alternativas dando distintas valoraciones y ponderaciones, a los factores relevantes, objetiva y subjetivamente, para finalmente lograr la mejor localización para llevar a cabo este proyecto.

La ubicación geográfica seleccionada para establecer la empresa es una específica localidad, municipio, zona o región es una elección estratégica crítica. Esto se debe a que una elección desfavorable podría tener un impacto significativo en su desempeño general, así como en la introducción del producto en el mercado. Esta decisión estará influenciada por una serie de factores variables que pueden tanto favorecer como perjudicar la variabilidad económica actual y futura de la empresa. Una localización bien pensada contribuye al éxito a largo plazo de la planta de producción de carboximetilcelulosa sódica.

De manera general, para determinar la localización de la planta, se tienen en cuenta dos aspectos muy relevantes: costos e ingresos, con el objetivo principal de minimizar costos y maximizar ingresos.

### HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN

El análisis inicial que debe llevarse a cabo para seleccionar la ubicación más adecuada para la planta implica identificar el perfil demográfico del área de interés. Para lograr esto, se requiere llevar a cabo un estudio detallado de varios factores, de los cuales algunos son especialmente destacados, entre ellos:

1. La cercanía al mercado y a los clientes, la distancia a las áreas de influencia.
2. Servicios disponibles de la zona, como suministro de agua, vapor, luz, teléfono, entre otros servicios utilizados para la producción, así como de la infraestructura requerida según el tipo de empresa que se va a establecer.
3. La viabilidad de acceder a las materias primas y potenciales compradores, proximidad de los proveedores. Esta variable simplifica el proceso de abastecimiento al reducir los costos asociados al transporte.
4. La tasa de desempleo en el área, la disponibilidad de mano de obra capacitada, la oportunidad para la subcontratación, la posibilidad de formar personal y de fomentar el crecimiento profesional, entre otros aspectos vinculados al desarrollo humano.



5. Las ayudas económicas y beneficios fiscales, las subvenciones y los incentivos municipales.
6. Es necesario considerar aspectos adicionales como la reacción del mercado ante la llegada de una nueva competencia, así como las tácticas comerciales implementadas por los negocios ya presentes en el área.

Se contempla localizar la planta en Argentina. La razón principal detrás de esta elección es satisfacer la demanda del mercado consumidor interno, al mismo tiempo que se fomenta la formación y evolución de un proyecto sostenible que aporte valor económico, social y medioambiental a la comunidad. Otra consideración que motiva la decisión de ubicar la planta en el país, es la amplia accesibilidad de materia prima, tanto en términos de cantidad como de calidad.

## MACROLOCALIZACIÓN

La elección de la macrolocalización de una planta de producción es un proceso crítico que impacta directamente en la eficiencia operativa, los costos logísticos y el acceso a los recursos necesarios. En el contexto de la producción de carboximetilcelulosa sódica en Argentina, la selección de la ubicación adecuada para la planta reviste gran importancia debido a la dependencia de factores geográficos, infraestructura y suministro de materias primas. Este capítulo aborda la metodología y los criterios utilizados para la macrolocalización de la planta de producción de CMC, considerando aspectos geográficos, económicos y ambientales. Se busca determinar aquella localización que maximice la rentabilidad del proyecto.

### 5.1.1 Factores que influyen en la macrolocalización

La macrolocalización de una instalación o proyecto industrial es una decisión compleja que involucra la consideración de diversos factores que pueden influir en la elección de la ubicación:

#### 5.1.2 Factores geográficos:

- Proximidad a fuentes de materias primas para minimizar costos de transporte.
- Acceso a puertos para facilitar la exportación e importación de productos y materias primas.
- Conectividad con redes de transporte terrestre para distribución eficiente dentro del país.

#### 5.1.3 Factores económicos:

- Costo de tierra y disponibilidad de espacio para la construcción y expansión de la planta.
- Acceso a mercados clave, como la industria alimentaria y farmacéutica, para garantizar una demanda sostenible.
- Disponibilidad de mano de obra calificada a nivel local y regional.



#### 5.1.4 Factores ambientales:

- Cumplimiento con las regulaciones ambientales y normativas para la producción sostenible y responsable de CMC.
- Evaluación de impacto ambiental y mitigación de riesgos en caso de eventos naturales.
- Existen además una serie de factores no relacionados con el proceso productivo, pero que condicionan la localización, a este respecto se puede señalar tres factores denominados genéricamente ambientales:
- La disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo (disponibilidad de asesores).
- Las condiciones sociales y culturales.
- Las consideraciones legales y políticas.

La mayoría de las nuevas industrias se establecen dentro de un área industrial por las ventajas que trae aparejadas esta elección:

Dentro de la Argentina, la ubicación preferencial del emprendimiento, quedará definida en alguno de los parques industriales.

La infraestructura, la seguridad y los beneficios impositivos son sólo algunas de las ventajas que presentan estos agrupamientos especialmente desarrollados para la radicación de industrias. Los beneficios pueden dividirse en cuatro grandes ramas: fiscales, jurídica, ambientales y de seguridad.

Entre los incentivos que tiene un parque industrial se encuentra:

- Subvenciones de capital.
- Sistemas de créditos a largo y corto plazo y planes de locación-compra.
- exoneración de impuestos.
- Terrenos a bajos costos.
- Tarifas de agua y electricidad subvencionadas.
- Subvención de fletes.
- Pago de los gastos de traslado.
- Simplificación de procedimiento.
- Uso de instalaciones y servicios de producción comunes.
- Suministro garantizado de materias primas y materiales intermedios.



Imagen 5.1 Cantidad de parques industriales por provincia, Fuente: El mapa de los parques industriales de Argentina: en 2023 habrá más de 600 (elsol.com.ar)

Los factores globales analizados para decidir la macrolocalización son:

- Medios y costos de transporte de materia prima.
- Medios y costos de transporte de productos terminados.
- Disponibilidad y costo de mano de obra.
- Disponibilidad y costo de materia prima.
- Costo y disponibilidad de terreno.
- Disponibilidad de servicios.
- Cercanía al mercado consumidor y proveedor.

### 5.1.5 Factores por ponderar

### 5.1.6 Medios y costos de transporte

A fin de minimizar costos, es conveniente ubicar la planta lo más cerca posible de los proveedores. Los medios de transporte disponibles y su eficacia pueden impactar directamente en la accesibilidad en las materias primas, es decir, el bagazo de caña de azúcar.



Los costos de transporte también tienen un impacto significativo en la viabilidad económica de la producción de CMC. Si los costos de transporte son elevados, podrían aumentar los gastos generales del proceso de producción, lo que podría afectar la competitividad del producto final en el mercado. Controlar y optimizar los costos de transporte es esencial para mantener un equilibrio entre la calidad del producto y su rentabilidad.

La elección de una ubicación que optimice la conectividad y minimice los costos de transporte contribuirá significativamente al éxito operativo y financiero de la planta.

### 5.1.7 Disponibilidad de mano de obra

La elección de la ubicación suele estar fuertemente influenciada por el mercado laboral, especialmente cuando se utiliza tecnología de alta complejidad. Sin embargo, para este proyecto, la tecnología requerida es relativamente simple, lo que significa que no se necesita mano de obra altamente capacitada para manejar los equipos. Esto es sumamente beneficioso, ya que reduciría significativamente los costos laborales, tanto en términos de traslado y asentamiento de personal calificado proveniente de otras regiones, como capacitaciones costosas.

Para este proyecto la importancia que tiene la calificación de la mano de obra es relativamente “baja”.

### 5.1.8 Disponibilidad de Materias primas

Este factor tiene una “alta” importancia debido a que es primordial estar permanentemente abastecidos para poder cumplir con los correspondientes programas de producción. De acuerdo con los estudios realizados, la provincia de Tucumán, Jujuy y Salta poseen el mayor mercado proveedor de la materia prima.

Un criterio preliminar de selección para la localización sería escoger un área donde la materia prima se encuentre disponible, por lo que se podría asegurar que la localización de la empresa sería en una de estas provincias. De igual manera se analizarán otros factores para tomar una decisión más adecuada.

#### 5.1.8.1 CAÑA DE AZÚCAR

Como indicamos en capítulos anteriores, el bagazo de caña de azúcar es la principal materia prima que se utiliza para la obtención de CMC, ésta se obtiene de los distintos ingenios azucareros ubicados en el Noroeste argentino. A continuación, detallamos la cantidad de caña molida bruta en toneladas diarias para los distintos ingenios en Tucumán, Salta y Jujuy respectivamente para el mes de septiembre.

Para Tucumán, analizamos que el total de molienda bruta de caña en el mes de septiembre fue de **3.378.246 tn**.



PARTES DIARIOS														Total por Día	
Caña molida bruta (t)															
1ra Septiembre 2024															
Fecha	Aguilares	Bella Vista	Concepción	Cruz Alta	Famallá	La Corona	La Florida	La Providencia	La Trinidad	Leales	Marapa	Nuñorco	Santa Barbara	Santa Rosa	Total por Día
01/09/2024	5.550	7.107	20.627	4.176	12.001	7.145	15.369	10.077	13.913	9.501	3.510	4.816	6.497	8.875	129.164
02/09/2024	5.540	7.117	19.269	3.256	7.162	6.729	15.044	10.120	14.099	9.167	3.521	6.246	3.752	9.461	120.483
03/09/2024	5.323	7.053	20.732	4.146	7.449	5.664	15.713	10.533	14.097	9.197	4.696	2.981	5.178	8.578	121.340
04/09/2024	4.736	7.253	17.793	4.285	7.250	6.468	14.662	8.519	14.302	9.283	1.751	6.084	6.185	7.785	116.356
05/09/2024	5.456	6.961	14.306	4.010	7.281	7.088	16.843	10.145	13.885	6.707	3.473	6.250	6.083	9.180	117.678
06/09/2024	4.896	7.194	20.807	4.442	6.271	5.201	16.844	9.075	10.348	3.381	4.166	5.765	4.706	8.963	112.059
07/09/2024	5.176	6.503	20.122	4.060	7.425	6.561	16.714	9.152	13.224	10.167	4.166	5.858	5.183	8.605	122.916
08/09/2024	4.979	7.008	21.437	3.712	7.362	5.219	14.577	10.790	11.271	10.216	3.104	5.173	3.747	8.750	117.345
09/09/2024	5.020	5.876	20.990	3.090	7.296	2.871	15.525	9.887	13.916	9.789	2.999	5.955	5.699	8.841	117.623
10/09/2024	4.923	6.884	20.116	4.212	2.222	6.262	14.445	10.431	13.916	9.475	4.079	5.536	5.691	7.367	115.559
11/09/2024	4.392	5.411	15.190	3.946	7.338	4.258	5.073	10.488	14.059	9.924	3.970	5.822	5.624	8.575	104.070
12/09/2024	5.239	7.176	18.304	4.135	7.237	7.044	16.190	10.355	13.229	8.581	4.773	5.698	7.070	9.462	124.513
13/09/2024	2.896	7.081	21.846	4.330	6.635	6.578	16.631	9.338	13.477	9.345	4.666	5.143	6.137	9.061	123.164
14/09/2024	4.807	7.211	20.189	4.451	7.345	6.740	13.266	8.494	13.694	9.738	4.540	5.192	2.863	9.820	118.350
15/09/2024	4.847	6.987	20.068	4.372	7.494	6.619	13.000	9.442	13.910	9.846	3.380	5.488	6.181	9.606	121.240
Total qna.	73.780	102.822	291.796	60.623	107.768	90.447	219.896	146.846	201.339	134.317	56.794	82.007	80.476	132.949	1.781.860
Total mes	73.780	102.822	291.796	60.623	107.768	90.447	219.896	146.846	201.339	134.317	56.794	82.007	80.476	132.949	1.781.860
Total Zafra	557.523	726.457	2.241.898	571.438	690.125	701.021	2.027.753	1.128.793	1.525.262	961.176	473.805	455.875	587.571	991.620	13.644.317

Tabla: 19 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) primera quincena Tucumán, Fuente: PARTES DIARIOS 1RA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaata.gov.ar)



		PARTES DIARIOS										Total por Día				
		2da Septiembre 2024														
Caña molida bruta (t)		Aguilares	Bella Vista	Concepción	Cruz Alta	Famallá	La Corona	La Florida	La Providencia	La Trinidad	Leales	Marapa	Nuñorco	Santa Barbara	Santa Rosa	
16/09/2024	5.110	6.032	16.239	4.152	7.354	5.757	14.394	10.563	13.216	9.747	4.695	5.573	5.415	8.857	117.104	
17/09/2024	4.682	5.806	17.556	3.672	5.094	6.076	15.612	5.024	13.566	8.412	4.188	5.672	5.892	8.628	109.880	
18/09/2024	4.814	6.840	19.133	4.572	7.225	5.616	16.541	7.793	13.541	9.811	4.448	5.639	5.336	8.862	120.126	
19/09/2024	3.038	4.048	17.844	4.337	7.447	5.730	14.682	6.770	13.578	9.708	4.443	5.319	4.381	8.350	109.675	
20/09/2024	4.828	6.891	18.983	4.651	7.544	5.416	16.337	7.060	13.794	9.023	4.319	4.345	4.711	7.970	115.272	
21/09/2024	5.287	6.019	20.015	4.511	7.263	3.873	12.239	8.326	13.248	9.046	4.582	4.531	4.824	8.861	112.825	
22/09/2024	4.783	6.515	18.093	4.492	7.212	4.957	12.989	4.566	13.882	8.941	4.415	1.553	3.973	7.650	104.021	
23/09/2024	4.652	6.691	17.839	4.133	7.041	5.838	14.969	4.163	11.746	7.646	4.320	3.618	4.412	8.502	105.570	
24/09/2024	3.399	6.458	18.035	4.199	7.496	6.151	14.888	7.124	11.062	8.424	3.627	4.328	3.729	7.179	106.099	
25/09/2024	5.322	5.679	17.092	3.376	7.155	5.752	15.542	8.868	11.134	8.233	4.620	2.706	4.514	8.411	108.404	
26/09/2024	624	3.414	11.421	3.924	995	4.512	14.910	9.464	10.361	7.517	4.359	4.764	1.325	6.262	83.852	
27/09/2024	2.122	5.825	19.305	4.406	4.595	5.209	15.972	6.083	6.683	9.319	3.570	3.503	3.346	8.887	98.825	
28/09/2024	1.245	6.339	19.265	4.508	7.247	6.089	15.416	9.675	13.458	9.027	4.093	3.617	3.725	8.756	112.460	
29/09/2024	1.722	5.662	14.483	4.392	7.443	4.696	15.904	9.604	12.696	6.778	3.374	1.697	2.637	7.630	98.718	
30/09/2024	4.579	6.302	17.982	4.171	2.527	4.794	13.681	8.996	10.906	8.869	2.038		1.415	7.295	93.555	
Total qna.	56.207	88.521	262.885	63.451	93.638	80.466	224.076	114.279	182.871	130.501	61.091	56.865	59.635	122.100	1.596.386	
Total mes	129.987	191.343	554.481	124.074	201.406	170.913	443.972	261.125	384.210	264.818	117.885	138.872	140.111	255.049	3.378.246	
Total zafra	613.730	814.978	2.504.583	634.889	783.763	781.487	2.251.829	1.243.072	1.712.133	1.091.677	534.896	512.740	647.206	1.113.720	15.240.703	

Tabla: 20 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) Segunda quincena Tucumán, Fuente:PARTES DIARIOS 2DA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar).

A continuación, vemos los partes diarios de Salta y Jujuy - 2024



El IPAAT (Instituto de Promoción del Azúcar y Alcohol de Tucumán) y el CAA (Centro Azucarero Argentino) ponen a disposición la información suministrada por los ingenios y destilerías de Salta y Jujuy sobre la producción del 2024. Los Partes Diarios elaborados por el IPAAT nuclean la información de cada uno de los 5 ingenios de Salta (San Isidro- Seaboard) y Jujuy (Ledesma, La Esperanza y Río grande).

Hay 2 tablas a continuación las cuales indican los partes diarios de cada quincena del mes de septiembre. En la primera quincena vemos que el total diario de los ingenios de Jujuy es de **517.178 tn**, mientras que en Salta es de **243.599 tn**, en la segunda quincena el total el total para Jujuy es **473.703 tn** y en Salta es de **248.337 tn**, dando un total en el mes de septiembre de **990.881 tn** para Jujuy y **491.936 tn** para Salta.

**PARTES DIARIOS**

Caña molida bruta (t)				1ra Septiembre 2024		
Fecha	La Esperanza	Ledesma	Río Grande	San Isidro	Seaboard	Total por Día
01/09/2024	7.670	25.685	4.309	4.042	12.783	54.489
02/09/2024	7.354	23.476	3.918	4.106	4.752	43.606
03/09/2024	7.701	23.231	4.023	4.106	13.493	52.554
04/09/2024	7.074	7.048	4.314	4.812	13.000	36.248
05/09/2024	4.758	23.326	4.302	4.499	12.361	49.246
06/09/2024	6.213	25.138	3.754	4.501	11.236	50.842
07/09/2024	7.420	25.743	4.620	4.540	11.805	54.128
08/09/2024	7.298	25.177	3.885	4.642	9.740	50.742
09/09/2024	6.842	24.395	4.622	4.349	12.984	53.192
10/09/2024	6.297	23.956	4.392	4.084	12.702	51.431
11/09/2024	5.427	25.947	4.582	4.168	10.590	50.714
12/09/2024	5.183	25.956	4.254	4.097	14.533	54.023
13/09/2024	7.169	25.393	3.504	4.106	12.795	52.967
14/09/2024	7.162	25.205	4.244	4.369	13.558	54.538
15/09/2024	6.351	24.759	4.101	4.197	12.649	52.057
<b>Total qna.</b>	<b>99.919</b>	<b>354.435</b>	<b>62.824</b>	<b>64.618</b>	<b>178.981</b>	<b>760.777</b>
<b>Total mes</b>	<b>99.919</b>	<b>354.435</b>	<b>62.824</b>	<b>64.618</b>	<b>178.981</b>	<b>760.777</b>
<b>Total zafra</b>	<b>731.734</b>	<b>2.293.310</b>	<b>434.990</b>	<b>490.499</b>	<b>1.360.510</b>	<b>5.311.043</b>

Tabla: 21 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) primera quincena Jujuy y Salta, Fuente: PARTES DIARIOS NORTE 1RA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar)

**PARTES DIARIOS**

**Caña molida bruta (t)**

**2da Septiembre 2024**

Fecha	La Esperanza	Ledesma	Río Grande	San Isidro	Seaboard	Total por Día
16/09/2024	6.015	24.721	3.951	4.197	13.939	52.823
17/09/2024	4.722	24.397	4.508	4.258	13.109	50.994
18/09/2024	7.455	23.577	4.486	4.316	13.996	53.830
19/09/2024	5.861	21.834	4.447	4.189	12.460	48.791
20/09/2024	6.081	13.649	4.628	4.285	13.055	41.698
21/09/2024	6.154	4.478	4.584	4.369	13.139	32.724
22/09/2024	5.772	24.123	4.697	4.285	10.761	49.638
23/09/2024	5.676	22.473	4.359	4.134	11.366	48.008
24/09/2024	6.655	21.201	4.571	4.351	6.739	43.517
25/09/2024	5.831	22.071	4.391	4.548	11.973	48.814
26/09/2024	6.712	24.371	4.416	4.312	11.932	51.743
27/09/2024	5.627	21.866	4.299	4.099	12.556	48.447
28/09/2024	5.853	24.150	4.724	4.105	13.421	52.253
29/09/2024	5.285	22.920	4.141	4.398	13.328	50.072
30/09/2024	5.439	22.129	4.403	4.099	12.618	48.688
<b>Total qna.</b>	<b>89.138</b>	<b>317.960</b>	<b>66.605</b>	<b>63.945</b>	<b>184.392</b>	<b>722.040</b>
<b>Total mes</b>	<b>189.057</b>	<b>672.395</b>	<b>129.429</b>	<b>128.563</b>	<b>363.373</b>	<b>1.482.817</b>
<b>Total zafra</b>	<b>820.872</b>	<b>2.611.270</b>	<b>501.595</b>	<b>554.444</b>	<b>1.544.902</b>	<b>6.033.083</b>

Tabla: 22 Partes diarios de caña molida bruta en (tn) segunda quincena Jujuy y Salta, Fuente: PARTES DIARIOS NORTE 2DA QUINCENA SEPTIEMBRE 2024.pdf (ipaat.gov.ar).

### 5.1.8.2 HIDRÓXIDO DE SODIO

En el capítulo de “selección de tecnología” indicamos que hoy, la compañía Unipar, a través de su planta ubicada en el polo petroquímico argentino de Bahía Blanca, es el único productor de soda cáustica sólida por lo que es proveedor de las principales empresas mineras instaladas en el noroeste argentino.

### 5.1.8.3 ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO

El mercado de ácido cloroacético está dominado regionalmente por Asia-Pacífico, principalmente debido a una importante actividad industrial, un fuerte crecimiento económico y una creciente demanda en naciones como China e India. Con una demanda sostenida de una variedad de sectores de uso final y el respaldo de industrias químicas sofisticadas, América del Norte y Europa también tienen cuotas de mercado considerables.

### 5.1.8.4 ETANOL:

En el capítulo de “selección de tecnología” hicimos un análisis de los diferentes productores en Argentina de bioetanol producido a base de caña de azúcar, y concluimos que Tucumán tiene el mayor porcentaje de participación en el mercado, con 7 empresas en la provincia. Es así como, además, se posiciona como la región con mayor cantidad de plantas productoras.



### 5.1.9 Cercanía al mercado proveedor

Debido al volumen de materia prima necesario, la cercanía a los ingenios azucareros es crucial, ya que el bagazo de caña de azúcar es la fuente principal de materia prima a utilizar para la obtención de carboximetilcelulosa sódica, teniendo en cuenta los costos de transporte principalmente, por lo que hay que definir quienes serán los potenciales proveedores de materia prima.

Los potenciales proveedores se encuentran en las provincias mencionadas anteriormente, por lo que es crucial mantener bajos los costos de transporte y siendo estas las provincias preferentes para la localización del proyecto.

### 5.1.10 Cercanía al Mercado Consumidor

En cuanto al mercado consumidor, se apuntará tanto al mercado nacional como internacional, por ello debemos tener en cuenta la cercanía al puerto seco para su transporte y comercialización.

#### Disponibilidad de terrenos

Como vimos en la imagen 5.1 Cantidad de parques industriales por provincia: en Tucumán hay 7 parques industriales, en Salta 6 y en Jujuy 6, los analizamos y encontramos que hay varias opciones de terrenos disponibles en dichos parques industriales. Analizaremos 3 para Tucumán, 2 para Salta y 2 para Jujuy para analizar luego en la microlocalización cuál es la mejor opción.

### 5.1.11 Parques industriales en Tucumán:

## Parque Industrial San Isidro de Lules

Ubicación	(San Isidro de Lules Tucuman)
Provincia	Tucuman
Ciudad	Lules 4128 (C) San Isidro de Lules
Código postal	4128
Calle	Ruta Prov. 301 Km. 15,000
Total de empresas radicadas	2

Figura: 11 Datos del parque industrial San Isidro de Lules, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial San Isidro de Lules



## Atributos del parque

Tipo de Suelo Industrial	• Parque industrial
Region Geografica	• Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)
Regimen de la Propiedad	• Oficial
Estado Actividad del Parque	• Habilitado
Superficie Total del Predio	• 4.68
Localizacion - Coordenadas	• -26.909857, -65.325079
RENPI - Registro	• SI

Figura: 12 Datos del parque industrial San Isidro de Lules, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial San Isidro de Lules

## Parque Agroindustrial y Tecnológico Ciudad de Famailla

Ubicación	(Famailla Tucuman)
Provincia	Tucuman
Ciudad	Famailla 4132 (C)
Código postal	4132
Calle	Av. Alem y Ruta Nac. 38
Número	776
Web	<a href="https://parqueindustrialfamailla.com.ar/">https://parqueindustrialfamailla.com.ar/</a>
Total de empresas radicadas	0

Figura: 13 Parque agroindustrial y tecnológico ciudad de Famaillá, Fuente: Parques Industriales - Parque Agroindustrial y Tecnológico Ciudad de Famaillá.

## Atributos del parque

Tipo de Suelo Industrial	• Parque industrial
Region Geografica	• Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)
Regimen de la Propiedad	• Oficial
Estado Actividad del Parque	• Proyecto
Superficie Total del Predio	• 17.80
Localizacion - Coordenadas	• -27.054492, -65.388928
RENPI - Registro	• SI

Figura: 14 Atributos del parque agroindustrial y tecnológico ciudad de Famaillá, Fuente: Parques Industriales - Parque Agroindustrial y Tecnológico Ciudad de Famaillá.



## Parque Industrial Tucuman

Ubicación	(PIT San Miguel de Tucuman)
Provincia	Tucuman
Ciudad	San Miguel de Tucuman 4000 (C)
Código postal	4000
Calle	Autopista Circunvalacion Ruta Nac. 9 Km. 1294,000
Número	1897
Total de empresas radicadas	13

Figura: 15 Parque industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Tucumán

### Atributos del parque

Tipo de Suelo Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>Parque industrial</li></ul>
Region Geografica	<ul style="list-style-type: none"><li>Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)</li></ul>
Regimen de la Propiedad	<ul style="list-style-type: none"><li>Privada</li></ul>
Estado Actividad del Parque	<ul style="list-style-type: none"><li>Habilitado</li></ul>
Infraestructura del Parque	<ul style="list-style-type: none"><li>Estacionamiento automoviles</li><li>Estacionamiento camiones</li><li>Nomenclatura de calles</li><li>Señalización</li><li>Sistema contra incendio</li><li>Subestacion electrica</li><li>Telefonia internet banda ancha</li><li>Telefono</li><li>Agua potable</li><li>Alumbrado publico</li><li>Calles internas pavimentadas</li><li>Cerramiento perimetral</li><li>Desague pluvial</li><li>Energia electrica</li></ul>
Servicios del Parque Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>Areas verdes</li><li>Mantenimiento areas comunes</li><li>Oficinas administrativas</li><li>Sala de eventos especiales</li><li>Seguridad privada</li></ul>
Servicios Relacionados	<ul style="list-style-type: none"><li>Correo</li></ul>
Superficie Total del Predio	<ul style="list-style-type: none"><li>45.50</li></ul>
Localizacion - Coordenadas	<ul style="list-style-type: none"><li>-26.810126, -65.167702</li></ul>
RENPI - Registro	<ul style="list-style-type: none"><li>SI</li></ul>

Figura: 16 Atributos del parque industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Tucumán



### 5.1.11.1 Parques industriales en Jujuy:

## Parque Comunitario de Servicios Mineros y Logísticos de Susques

Ubicación	(Susques Jujuy)
Provincia	Jujuy
Ciudad	Susques 4641 (C)
Código postal	4641
Calle	Ruta 52 Km. 132,000
Total de empresas radicadas	0

Figura: 17 Parque comunitario de servicios mineros y logísticos de susques, Fuente: Parques Industriales - Parque Comunitario de Servicios Mineros y Logísticos de Susques.

### Atributos del parque

Tipo de Suelo Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>Parque industrial</li></ul>
Region Geografica	<ul style="list-style-type: none"><li>Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)</li></ul>
Regimen de la Propiedad	<ul style="list-style-type: none"><li>Oficial</li></ul>
Estado Actividad del Parque	<ul style="list-style-type: none"><li>Proyecto</li></ul>
Superficie Total del Predio	<ul style="list-style-type: none"><li>35.90</li></ul>
Localizacion - Coordenadas	<ul style="list-style-type: none"><li>-23.400929, -66.367180</li></ul>

Figura: 18 Atributos del Parque comunitario de servicios mineros y logísticos de susques, Fuente: Parques Industriales - Parque Comunitario de Servicios Mineros y Logísticos de Susques.

## Parque Industrial Perico Provincia Jujuy

Ubicación	(Perico Jujuy Agrupamiento Agroindustrial de Servicios y Comercial)
Provincia	Jujuy
Ciudad	Perico 4608
Código postal	4608
Calle	Ruta Nac. 66 Km. 23,000 Ruta Prov. 10
Web	<a href="http://parqueindperico.com.ar/">http://parqueindperico.com.ar/</a>
Total de empresas radicadas	4

Figura: 19 Parque industrial perico provincia Jujuy, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Perico Provincia Jujuy



## Atributos del parque

<b>Tipo de Suelo Industrial</b>	• Parque industrial
<b>Region Geografica</b>	• Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)
<b>Regimen de la Propiedad</b>	• Oficial
<b>Estado Actividad del Parque</b>	• Habilitado
<b>Superficie Total del Predio</b>	• 20.09
<b>Localizacion - Coordenadas</b>	• -24.355897, -65.111075
<b>Año de Creacion del Parque</b>	• 1/1/2010
<b>Normativa Provincial - Municipal</b>	• Ley 5670/2010 Ley provincial d
<b>RENPI - Registro</b>	• SI

Figura: 20 Atributos del Parque industrial perico provincia Jujuy, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Perico Provincia Jujuy

### 5.1.11.2 Parques industriales en Salta:

## Parque Industrial de la Ciudad Pichanal

<b>Ubicación</b>	(Pichanal Salta)
<b>Provincia</b>	Salta
<b>Ciudad</b>	Pichanal 4534
<b>Código postal</b>	4534
<b>Calle</b>	Ruta Nac. 34 Km. 1329,000
<b>Total de empresas radicadas</b>	0

Figura: 21 Parque industrial de la ciudad de Pichanal, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial de la Ciudad Pichanal.

## Atributos del parque

<b>Tipo de Suelo Industrial</b>	• Parque industrial
<b>Region Geografica</b>	• Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)
<b>Regimen de la Propiedad</b>	• Oficial
<b>Estado Actividad del Parque</b>	• Proyecto
<b>Superficie Total del Predio</b>	• 45.10
<b>Localizacion - Coordenadas</b>	• -23.306270, -64.206542
<b>RENPI - Registro</b>	• SI

Figura: 22 Atributos del Parque industrial de la ciudad de Pichanal, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial de la Ciudad Pichanal.

## Parque Industrial Ciudad de Salta

<b>Ubicación</b>	(APIS Ciudad de Salta)
<b>Provincia</b>	Salta
<b>Ciudad</b>	Salta 4400 (C)
<b>Código postal</b>	4400
<b>Calle</b>	Av. Rodriguez Durañona
<b>Número</b>	287
<b>Total de empresas radicadas</b>	16

Figura: 23 Parque industrial Ciudad de Salta, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Ciudad de Salta

## Atributos del parque

<b>Tipo de Suelo Industrial</b>	• Parque industrial
<b>Region Geografica</b>	• Region NOA (CAT JUJ SAL SGO TUC)
<b>Regimen de la Propiedad</b>	• Oficial
<b>Estado Actividad del Parque</b>	• Habilitado
<b>Superficie Total del Predio</b>	• 140.72
<b>Localizacion - Coordenadas</b>	• -24.818087, -65.378002
<b>Normativa Provincial - Municipal</b>	• Ley 5285 Ley 5237
<b>RENPI - Registro</b>	• SI

Figura: 24 Atributos del Parque industrial Ciudad de Salta, Fuente: Parques Industriales - Parque Industrial Ciudad de Salta

### 5.1.12 Disponibilidad de servicios:

Tanto las políticas económicas como los servicios necesarios para el normal funcionamiento de una empresa facilitan el desarrollo de la industria en la zona.

Las áreas industriales analizadas proveen a todas sus compañías de estos beneficios. Por lo que no existen diferencias significativas entre las distintas localizaciones a analizar.

### 5.1.13 Matriz de ponderación

Una matriz de ponderación de puntos de aspectos cuantitativos es un método de análisis que permite asignar valores a una serie de factores que se consideran relevantes para definir la localización.

Este método no tiene como objetivo del estudio buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones aceptables. En cualquier caso, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar determinarán la localización definitiva. Para llevar a cabo esta evaluación de localización, se definieron anteriormente los aspectos más significativos y su interrelación, determinando a cada uno de ellos un valor de importancia relativa a los fines del proyecto. Luego se realizó una escala cuyos valores van desde 1 (uno) a 10 (diez), asignando una calificación a cada ítem, complementando con estadísticas que contrastan dichos valores. Dichos valores se suman, y dan como resultado una ponderación total para cada localización potencial, que se comparan entre sí para determinar cuál es la mejor opción.

Factores	Peso relativo	Tucumán		Salta		Jujuy	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Superficie disponible	0,2	9	1,8	8	1,6	8	1,6
Cercanía al mercado proveedor	0,25	9	2,25	7	1,75	8	2
Cercanía al mercado consumidor	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
Acceso a vías de distribución	0,15	7	1,05	6	0,9	6	0,9
Disponibilidad de servicios	0,1	8	0,8	8	0,8	8	0,8
Mano de obra disponible	0,1	8	0,8	7	0,7	7	0,7
Estructura impositiva y legal	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>8,1</b>		<b>7,15</b>		<b>7,4</b>

Tabla: 23 Método de factores ponderados, Fuente: Elaboración propia.

**Superficie disponible:** Se asigna un peso relativo del 20% debido a la necesidad de considerar la posibilidad de una expansión futura, debido a cambios en la cantidad.

**Cercanía al mercado proveedor:** Es uno de los factores más importantes a tener en cuenta dado que influye en los costos y tiempos de aprovisionamiento, teniendo en cuenta el transporte necesario.

**Cercanía al mercado consumidor:** Tiene impacto en los gastos de transporte y en el periodo de entrega, ya que nuestra meta es sustituir la importación.

**Acceso a vías de distribución:** Representa un factor fundamental para los propósitos de la empresa, dado que el acceso a dichas vías es un componente esencial en la distribución y venta de nuestro producto.



**Disponibilidad de servicios:** Tiene una relevancia significativa, ya que, sin su presencia, la ejecución del proyecto de manera “natural” sería inviable, lo que requeriría una inversión sustancial adicional para su instalación.

**Mano de obra disponible:** tiene un valor importante, dado que es necesaria la presencia de personal calificado para llevar a cabo ciertas tareas.

**Estructura impositiva y legal:** Es esencial considerar este elemento para la realización exitosa de cualquier iniciativa.

#### 5.1.14 CONCLUSIÓN

Según el análisis realizado el lugar de preferencia para llevar a cabo el proyecto es la provincia de Tucumán, destacándose de las otras localizaciones por la cercanía a los mercados de materias primas y terrenos disponibles.

#### MICROLOCALIZACIÓN

La microlocalización se refiere a la selección precisa de un sitio dentro de una región o área previamente definida para la instalación de planta de producción de carboximetilcelulosa sódica. La provincia seleccionada en el análisis macro es Tucumán por lo que, a continuación, se examinan las zonas industriales potenciales para definir la microlocalización de la industria en cuestión.

La localización específica del proyecto se determina al igual que la macrolocalización, por medio del método de factores ponderados.

Debido a que la provincia elegida es Tucumán, analizaremos los distintos parques que se encuentran allí, de los cuáles ya fueron analizados anteriormente sus características.

#### 5.1.15 Factores que influyen en la Microlocalización

Los factores que influyen en la microlocalización son más específicos y detallados que los de la macrolocalización de una planta de producción de Carboximetilcelulosa sódica incluyen:

- Proximidad de materia prima.
- Disponibilidad de servicios.
- Disponibilidad de acceso a transporte.
- Costo y disponibilidad de terrenos.
- Costo de transporte.
- Infraestructura para tratamiento de efluentes.

La microlocalización debe considerar estos factores en detalle para asegurar una elección óptima de sitio para la instalación de la planta de producción de CMC.

#### Proximidad de Materia Prima



Este factor es fundamental, ya que a medida que los proveedores estén más cercanos, los gastos de transporte disminuirán. Como se puede notar, el costo de transporte de las materias primas está relacionado con la distancia recorrida en kilómetros.

### Disponibilidad de servicios

Las localizaciones analizadas son parques industriales, por lo tanto, cuentan con todos los servicios disponibles.

### Disponibilidad de Accesos de transporte

La instalación debe disponer con espacio suficiente para permitir el desplazamiento de camiones y otros medios de transporte, que permitan el ingreso y la salida, evitando gastos innecesarios de logística. En cuanto a los parques industriales que hemos analizado, estos ya cuentan con vías de acceso pavimentado.

### Costo y disponibilidad de Terrenos

Este aspecto de evaluación reviste gran importancia, ya que es necesario considerar que las zonas industriales ya están establecidas, y la elección del emplazamiento dependerá de nuestro análisis.

### Costo de Transporte

Los gastos asociados al transporte varían según la cantidad de kilómetros recorridos, por lo que al ponderar este factor se evalúa la distancia que separa la empresa del mercado proveedor.

## 5.1.16 Matriz de Ponderación

Como se nombró anteriormente, las locaciones a tener en cuenta para el análisis serán los tres parques industriales: Parque Industrial San Isidro de Lules, Parque Industrial Agropecuario y Tecnológico, Ciudad de Famaillá Tucumán y Parque Industrial Tucumán.

Factores	Peso relativo	Parque Industrial San Isidro de Lules		Parque Industrial Agropecuario y tecnologico		Parque Industrial Tucumán	
		calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Proximidad a la materia prima	0,25	8	2	8	2	9	2,25
Disponibilidad de servicios	0,2	8	1,6	7	1,4	9	1,8
Disponibilidad de acceso de transporte	0,15	9	1,35	7	1,05	9	1,35
Costo y disponibilidad de terreno	0,1	3	0,3	7	0,7	9	0,9
Costos de transporte	0,2	7	1,4	7	1,4	7	1,4
Infraestructura para tratamiento de efluentes	0,1	7	0,7	7	0,7	7	0,7
TOTAL	1		7,35		7,25		8,4

Tabla: 24 Método de factores ponderados, Fuente: Elaboración propia

### Descripción del sitio seleccionado

De acuerdo al método de factores ponderados podemos observar que el parque industrial más ventajoso para la instalación de nuestra planta es el parque Industrial de Tucumán.

## 5.1.17 INFORMACIÓN GENERAL DEL PARQUE INDUSTRIAL TUCUMÁN (PIT)

El parque industrial Tucumán se encuentra emplazado en el km 124 de la autopista de circunvalación de San Miguel de Tucumán a 15 minutos del centro financiero más importante del NOA, a 7 minutos del Aeropuerto Internacional Benjamín Matienzo y a 16 minutos del puerto seco.

La ubicación del Parque Industrial asegura una inmejorable conectividad al puerto de Rosario, Campana y Buenos Aires a través de la ruta 34 al sur; y a la provincia de Córdoba por la ruta 157. La ruta 9 al norte conecta directamente con las provincias de Salta y Jujuy e internacionalmente a Chile (a través del paso Jama) y a Bolivia.

En la imagen 5.7 vimos los atributos que este parque posee.

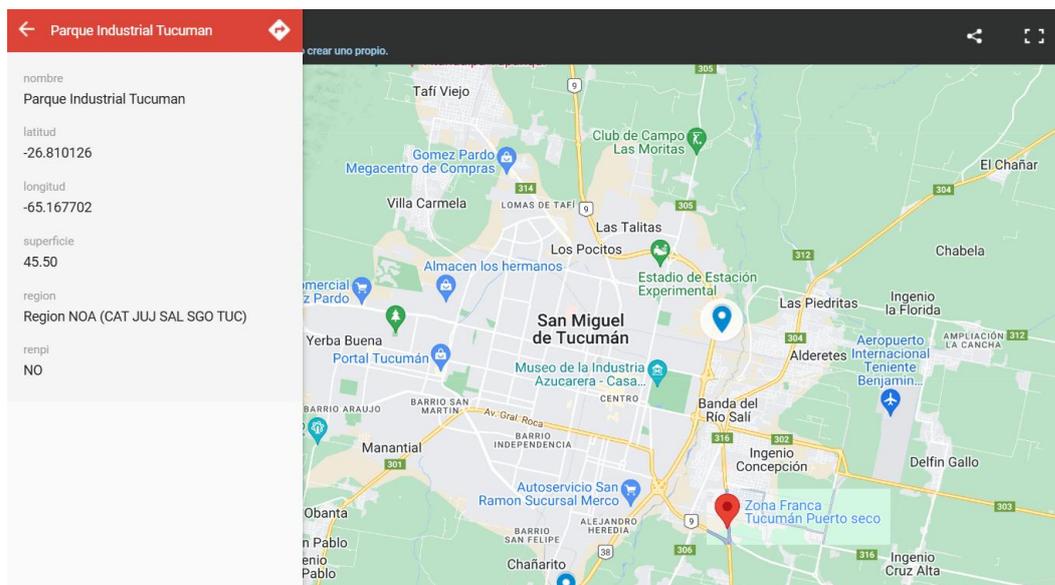


Figura: 25 Ubicación mapa-Parque Industrial Tucumán, Fuente: Parques Industriales - Mapa interactivo

### 5.1.17.1 CONCLUSIÓN

La elección del Parque Industrial Tucumán, es una excelente localización para la ubicación de nuestra planta, debido a la proximidad de las materias primas, su ubicación como describimos anteriormente ya que esto no sólo nos disminuye los costos de transporte, sino que además es un beneficio a la hora de comercializar nuestro producto final.



## CAPÍTULO N ° 6: INGENIERÍA DEL PROCESO

### INTRODUCCIÓN

Se entiende por Ingeniería de proceso a la etapa del proyecto donde se desarrolla, evalúa y diseña los procesos productivos, se genera toda la información indispensable para la ingeniería básica como así también se definen los requerimientos de materia prima e insumos que tenga nuestro proceso.

Este capítulo se enfoca en los temas vinculados a la ingeniería del proceso para la obtención de Carboximetilcelulosa (Grado técnico) a partir del bagazo de la caña de azúcar.

### ALCANCE DE LA INGENIERÍA DEL PROCESO

En esta sección se sintetizan las ventajas del proceso seleccionado para la producción de Carboximetilcelulosa Sódica, destacando su viabilidad técnica, la eficiencia energética y el cumplimiento de las normativas medioambientales. Además, se puede hacer una proyección de las mejoras posibles en el proceso, como la optimización de las condiciones de reacción o la implementación de tecnologías más eficientes para la purificación del producto.

La ingeniería de proceso permite realizar los balances de masa y energía, el diseño de equipos y la predicción del comportamiento de los equipos ante cambios de las condiciones operativas. Cabe la aclaración que se está desarrollando un estudio de prefactibilidad, abordando los principales balances de materia y energía, los cuales son esenciales para el desarrollo de los capítulos posteriores.

### PROCESO PRODUCTIVO

La obtención de carboximetilcelulosa sódica (CMC) a partir de bagazo de caña de azúcar implica varios pasos para transformar la celulosa contenida en el bagazo en CMC, un derivado útil en industrias como la petrolera en la cual vamos hacer foco nuestra producción. A continuación, se presenta un resumen simplificado del proceso:

#### 6.1.1 Preparación del Bagazo y Extracción de Celulosa

- El bagazo de caña de azúcar se muele, lava y seca para reducir impurezas y humedad.
- Luego, se somete a un tratamiento de pulpeo (con hidróxido de sodio 6,5%) para eliminar la lignina y hemicelulosa, aislando las fibras de celulosa.



### 6.1.2 Conversión a Carboximetilcelulosa

- Activación de la celulosa: La celulosa extraída se trata con una solución de hidróxido de sodio para abrir los grupos hidroxilo (-OH), aumentando su reactividad.
- Esterificación: La celulosa activada reacciona con ácido monocloroacético en un proceso de esterificación, donde se agregan grupos carboximético (-CH<sub>2</sub>COONa) a las cadenas de celulosa, formando carboximetilcelulosa sódica (CMC).

### 6.1.3 Purificación y Secado

- La CMC cruda se somete a un proceso de lavado para eliminar los residuos de reactivos (como NaOH y subproductos).
- Finalmente, se seca la CMC obtenida, obteniendo un polvo blanco o amarillento, dependiendo del grado de pureza alcanzado.

### Origen del Bagazo

El proceso de obtención de la carboximetilcelulosa sódica a partir de bagazo de la caña de azúcar comienza con el almacenamiento en silos del bagazo de caña proveniente directamente de la industria donde se produce el bagazo sea un ingenio o alcoholera en las cuales se les realiza un desmedulado en origen a la humedad normal del bagazo, llamado desmedulado en húmedo.

Esta tecnología actual para el proceso de desmedulado permite obtener 70 % de bagazo desmedulado con una humedad del (50 %) que se transporta a granel vía camión hasta la planta de obtención de celulosa.

Esta materia prima se almacena en silos ya que en nuestro país los productores de caña de azúcar, los ingenios o alcoholeras operan de 4 a 7 meses al año. Mientras que las plantas de pulpa y papel operan todo el año, en consecuencia, surge la necesidad de almacenar bagazo para los meses fuera de zafra, evitando en lo posible el deterioro del bagazo durante el almacenaje.

El bagazo en condiciones de humedad (48 - 52%) constituye un rico sustrato para el desarrollo de microorganismos y tienen lugar varias reacciones simultáneas, debido a los factores ambientales dando lugar a la generación de calor. En comparación con la madera, el deterioro del bagazo tiene lugar de una manera diferente, debido a su contenido inicial en humedad, sacarosa, azúcares invertidos, proteínas residuales, minerales y a la heterogeneidad de sus tejidos, que se agrava por el daño sufrido durante la operación de la caña. Estas condiciones favorecen procesos de oxidación química, disminuye el grado de brillantez y pérdidas en peso del bagazo almacenado, con valores que alcanzan hasta 20 - 30 % en condiciones pobres de almacenamiento y al mismo tiempo, ocurren grandes afectaciones de la calidad de la fibra. El método más



efectivo y desarrollado actualmente para el almacenamiento es el “Almacenamiento en Húmedo”.

Consiste en mantener el bagazo a una humedad superior al 80 % y controlar la fermentación. Es el método más empleado por las grandes fábricas de pasta y papel a partir del bagazo. El método RITTER de conservación es el más difundido y usado actualmente, consiste en la inoculación de bacterias lácticas y el agregado de nutrientes al bagazo desmedulado, el cual es diluido a 3 % de consistencia, se lo mezcla con el inóculo y bombea hacia una plataforma donde se forma las grandes pilas, el licor drenado se re circula en forma continua a la pileta de mezcla y nuevamente es rociada en la parte superior de la pila, de forma a mantenerla a una humedad superior al 80 % y una temperatura de 20-30 ° C. Este procedimiento permite la conservación del bagazo por un período mayor de un año.

El bagazo almacenado en los silos mencionados pasa a un proceso de molienda (Donde separo la más alta proporción posible de tejido parenquimatoso (médula)) y así elevando proporcionalmente la fracción de contenido de fibras en el bagazo también se eliminan, polvo y materias extrañas los cuales son exhaustivamente separados de la fibra. El bagazo ingresa al proceso de desmedulado con una consistencia de 10 a 18 % (80 a 90 % de humedad).

#### 6.1.4 Extracción de Celulosa

Estas fibras se secan para disminuir la humedad y se almacenan en silos para ser llevadas por medio de cintas transportadoras al digestor donde el bagazo se somete a una solución de hidróxido de sodio (NaOH). En este proceso se elimina la lignina y hemicelulosa, dejando las fibras de celulosa casi puras.

Luego se hace un lavado y para retirar el NaOH (licor negro), eliminando residuos de alcalinos y otros compuestos solubles. Luego se seca a 70°C durante 1.5 horas hasta obtener menos del 10% de humedad. Posteriormente la celulosa seca se muele y tamiza, asegurando un tamaño de partícula uniforme luego es llevada por medio de un sistema de transporte neumático hacia unos silos de almacenamiento.

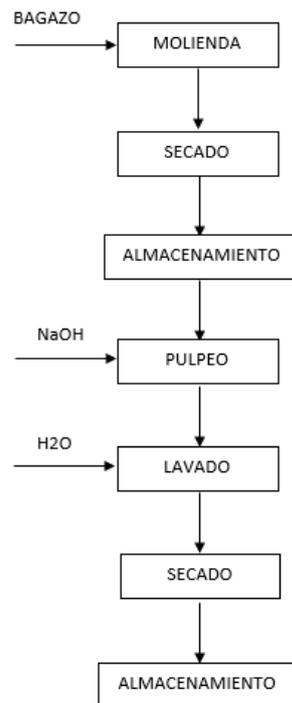


Figura: 26 Diagrama de bloques obtención de Celulosa. - Fuente: Elaboración propia

### 6.1.5 Obtención de Carboximetilcelulosa

En la actualidad el proceso más extendido industrialmente para la obtención de CMC es el proceso Druvacell de Lödige que utiliza el reactor Druvatherm.

El proceso Druvacell combina tres etapas de proceso en un único reactor: alcalinización de la celulosa, reacción de álcali celulosa con el ácido monocloroacético para formar CMC.

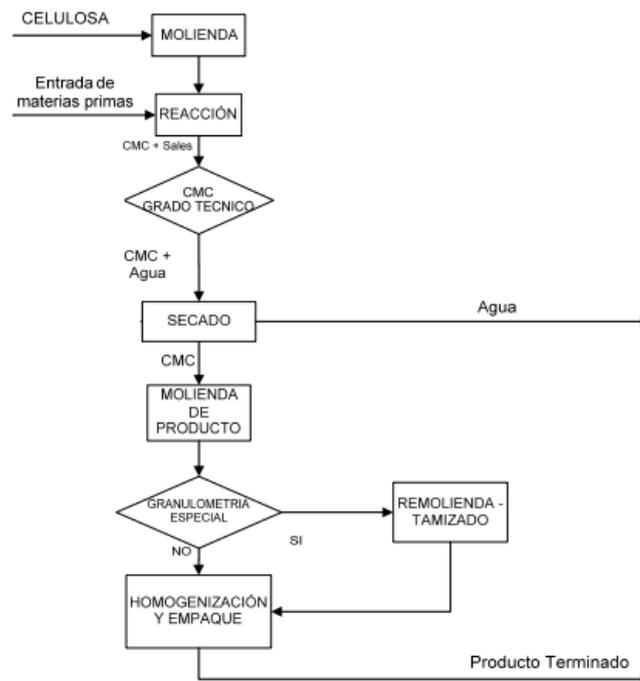
El reactor consiste en un tambor horizontal cilíndrico. Los reactivos de la mezcla se mezclan dentro del tambor. El tamaño, forma, emplazamiento geométrico del reactor y la velocidad periférica de las palas están coordinados y fuerzan al producto a un mezclado intensivo actuando como un lecho fluidizado. Este sistema ofrece superficies específicas mayores que los reactores convencionales. Debido a estas excelentes condiciones de mezclado, las etapas del proceso: alcalinización, neutralización, esterificación se combinan en el reactor pudiendo usarse productos concentrados.

Una vez finalizada la reacción la Carboximetilcelulosa obtenida es enviada a una etapa de secado y recuperación de solvente donde elimino la humedad presente en la CMC y recupero el disolvente (etanol) para reutilizarlo nuevamente. De esta forma se obtiene un porcentaje de humedad en la CMC alrededor del 10% en peso.

Luego se muele y tamiza, este proceso es muy variable respecto a cada producto, en cual depende del tamaño de partícula al que se pretenda obtener teniendo en cuenta la malla utilizada en los molinos, que son básicamente las que controlan esta etapa.

El producto tamizado se almacena en silos y se homogeniza de acuerdo a la especificación apropiada.

Homogeneización y empaque en esta última etapa del proceso, se debe tener en cuenta la calidad del producto en todos sus parámetros fisicoquímicos. El producto se empaqa en bolsas de 25 Kg.



*Figura: 27 Diagrama de bloques obtención de CMC. - Fuente: Elaboración propia*

La capacidad de la planta o producción es del orden de 6500 toneladas al año de Carboximetilcelulosa. Se asume que un año es igual a 300 días, como se mencionó en el programa de producción en el capítulo 4 “Tamaño”

**Diagrama de bloques**

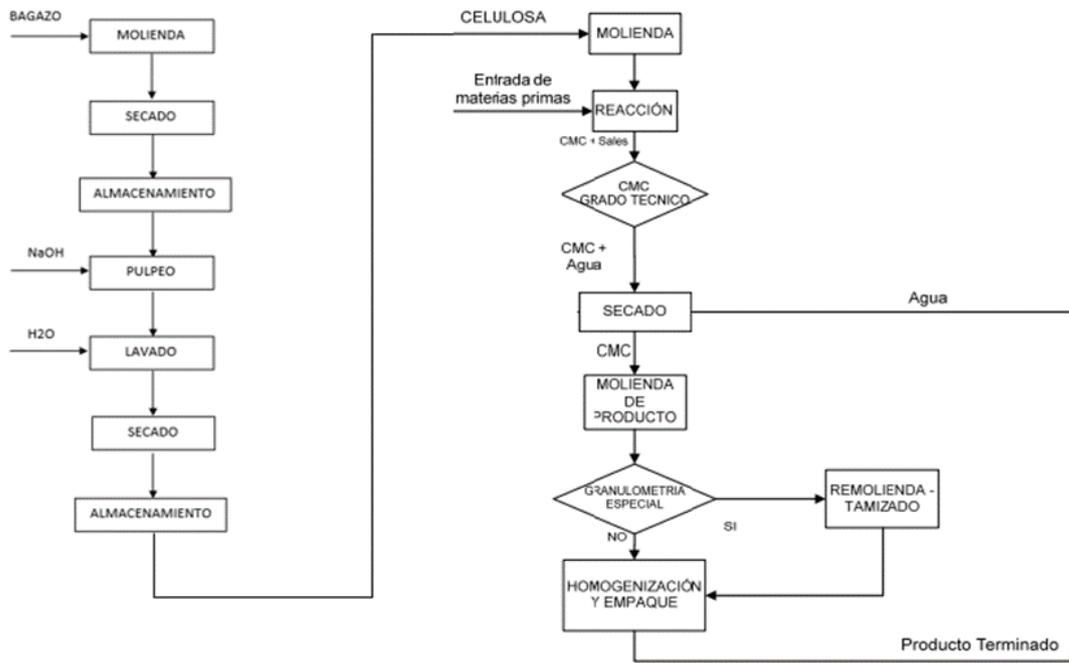


Figura: 28 Diagrama de bloques - Fuente: Elaboración propia

IDENTIFICADOR DE CORRIENTES	
BA01	Flujo de bagazo sin tratamiento
BA02	Flujo de bagazo molido y lavado
AG01	Agua de lavado entrada
AG02	Agua de lavado a planta de tratamiento
AIRE 1	Aire caliente de secado
AIRE2	Aire con humedad
BA03	Bagazo seco y terminado para proceso
CELULOSA1	Flujo de celulosa con licor negro
CELULOSA2	Flujo de celulosa lavado
NaOH01	Corriente de NaOH al 6,5% para digestor
AG03	Agua de lavado entrada digestor
AG04	Agua de lavado a planta de tratamiento
AIRE03	Aire caliente de secado
AIRE04	Aire con humedad
CELULOSA3	Flujo de celulosa terminado para proceso CMC
CMC	Flujo de CMC con solventes e impureza
AMCA	Flujo de alimentación Ácido monocloro acético
NAOH02	Flujo de alimentación NaOH 55%
ETANOL1	Flujo de alimentación Etanol
CMC2	CMC purificada 65%
ETANOL2	Flujo de solvente a destilacion para recuperado
CMC TERMINADO	PRODUCTO FINAL

Tabla: 25 Identificación de corrientes, Fuente: Elaboración propia



## BALANCES DE MASA

Para efectuar estos balances debemos considerar una capacidad anual de 6500 tn/anuales, de acuerdo con estimaciones realizadas en el estudio de mercado en relación al estudio del tamaño del proyecto.

Se llevarán a cabo los balances de masa correspondientes para cada equipo, teniendo en cuenta que la planta será de operación continua y así determinar la cantidad de materia prima necesaria para cumplir el objetivo anual de producción de Carboximetilcelulosa Sódica.

### Memoria de cálculo

En este capítulo del proyecto se desarrolla el balance de materia y energía del proceso incluyendo los flujos de entradas y salidas, así como los cálculos efectuados para alcanzar dichas cantidades de producción.

Los criterios de selección de cada uno de los equipos que componen la línea de producción se justifican en cumplir con las mayor viabilidad técnica y económica, es decir que la selección de cada equipo en particular cumpla tanto con los requerimientos específicos del proceso como los condicionales económicos asociados.

### Supuestos de cálculo.

- El bagazo de caña de azúcar tiene 55-60 % de fibra útil en base seca y entre 45-40% de médula.
- No se realiza la etapa de blanqueo.
- El grado de Carboximetilcelulosa Grado técnico requerido para lodo de perforación es de 60-80%.

### **Balance de Materia Global**

El tamaño de planta seleccionado es de 6500 toneladas anuales de Carboximetilcelulosa Sódica. Haciendo base en el plan de producción propuesto realizamos el balance de masa para cada etapa del proceso.

Hay etapas o equipos en el proceso en los que hay pérdidas que contemplamos colocando un 10% más de materia prima al ingreso del proceso para así asegurar las cantidades de materia necesaria para cubrir nuestra producción.

La corriente de alimentación de materia prima necesaria para cumplir con el plan de producción adoptado es de 13.000 toneladas anuales de bagazo de caña de azúcar.



Supuestos de cálculo		BAGAZO	CMC SÓDICA	Cant
Eficiencia (%)	100	13000	6500	tn/año
Pérdidas	10%			
Días Hábiles	300	43,33333333	21,66666667	tn/día
Horas de trabajo	24	1805,555556	902,777778	Kg/h
Pérdidas	10%	1986,111111		Kg/h

Tabla: 26 Cantidad de materias primas, Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.6 Desmedulado en mojado MOLINO LAVADOR (01)

Al inicio del proceso el **MOLINO (01)** el cual realiza el (Desmedulado en mojado) se alimenta de los silos de almacenamiento **SILO (01)** por medio de cinta transportadora a temperatura ambiente con un flujo **BA01** de bagazo de caña con 40% humedad. En este equipo la médula, polvo y materias extrañas son exhaustivamente separados de la fibra representando según las estadísticas 10 % de composición en el flujo de entrada y removidos en una corriente **AG01** de nuestra materia prima utilizando una relación de **5:1** de agua a temperatura ambiente por cada kilogramo de bagazo

Como resultado de esta etapa tendremos a la salida una corriente enriquecida de fracción fibrosa de bagazo **BA02** con 60% humedad sin más impurezas que puedan afectar nuestro proceso y además extraer la médula del bagazo es una operación de gran importancia en la producción de pulpas debido a las grandes cantidades de tejido parenquimatoso lo que favorece el incremento en el consumo de reactivos por su alta higroscopicidad y disminución del rendimiento. En este proceso se obtiene 90 % de bagazo desmedulado y 10 % de restos de médula con otros materiales

Consideramos que la corriente de entrada tiene un 10% de impurezas que al ser eliminadas por la corriente **AG02** se utilizan como combustible en calderas para darle una valoración energética.

- **Corriente de entrada (BA01)**

$$BA01 = Fe\ bagazo * Xbagazo + Fe\ imp * Ximp = 1986.11 \frac{Kg}{h}$$

$$Ximp = 0.1 \Rightarrow Fimp = 1986.11 \frac{Kg}{h} * 0.1 = 198.611 \text{ Kg/h}$$

$$Xfibra = 0.9 \Rightarrow Fimp = 1986.11 \frac{Kg}{h} * 0.9 = 1787.5 \text{ Kg/h}$$

- **Corriente de entrada (AG01)**

$$AG01 = 5 * Fe\ bagazo = 1986.11 \frac{Kg}{h} = 9930.55 \frac{Kg}{h}$$

$$Xagua = 1$$



- **Corriente de salida (AG02)**

$$AG02 = FBA01 + FA01 - FBA02$$

$$AG02 = 1986.11 + 9930.55 - 2860 = 9056.66 \text{ Kg/h}$$

$$X_{imp} = \frac{198.11}{9056.66} = 0.022 \Rightarrow X_{H2O} = 1 - 0.022 = 0.97$$

$$X_{imp} = 0.022 \Rightarrow F_{imp} = 9056.66 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.022 = 199.24 \text{ Kg/h}$$

$$X_{H2O} = 0.97 \Rightarrow F_{imp} = 9056.66 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.97 = 8784.97 \text{ Kg/h}$$

- **Corriente de salida (BA02)**

$$BA02 = FBA01 * X_{fibra} + FBA01 * X_{H2O}$$

$$BAG02 = 1787.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} + 1787.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.6 = 2860 \text{ Kg/h}$$

$$X_{fibra} = \frac{1787.5 \text{ Kg/h}}{2860 \text{ Kg/h}} = 0.625 * 2860 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 1787.5 \text{ Kg/h}$$

$$X_{H2O} = \frac{893.75 \text{ Kg/h}}{2860 \text{ Kg/h}} = 0.375 * 2860 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 1072.5 \text{ Kg/h}$$

## 6.1.7 SECADO

El secado del bagazo de caña de azúcar después de la etapa de molienda en húmedo es fundamental para reducir la humedad residual del 60% al 10% y facilitar su uso en procesos posteriores,

### **Etapas Inicial de Drenaje y Eliminación de Exceso de Agua:**

Antes del secado térmico, es común drenar el exceso de agua del flujo **BA02** utilizando sistemas de rodillos para reducir el contenido de humedad inicial de 60% al 40%, lo cual disminuye el consumo energético en la etapa de secado posterior.

### **Secado Térmico Controlado:**

Una vez drenado, el bagazo se introduce en un secador de lecho fluido **SECADOR (01)**. el aire caliente que permite el secado se alimenta en contra corriente al sólido a secar **AIRE 01**. El método de calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared del cilindro que se calienta por el paso de los gases.



Entonces se pretende, en este punto eliminar mediante temperatura, cualquier exceso de humedad mediante un flujo de aire **AIRE02** que pudiera perjudicar el desarrollo y actividad biológica de los microorganismos que puedan bajar el rendimiento de los productos en las próximas reacciones. Para este fin la temperatura de secado suele estar en el rango de 120 °C para evitar la degradación de las fibras de celulosa. La velocidad de flujo de aire y el tiempo de residencia también se ajustan para alcanzar un nivel de humedad deseado, generalmente inferior al 10% **BA03**. La temperatura de salida del aire es de 50 °C.

Luego de pasar por los rodillos el cual reduce en un 20% el contenido de humedad a temperatura ambiente 25°C. Secador continuo

### BALANCE DE MASA

#### - Corriente de entrada (BA02)

$$FH20 = 1072.5 \frac{Kg}{h} - 20\% = 858 \text{ Kg/h}$$

$$BA02 = 2860 \frac{Kg}{h} \Rightarrow BA02 = 1787.5 \frac{Kg}{h} + 858 \frac{Kg}{h} = 2645.5 \frac{Kg}{h}$$

$$BAG02 = 2645.5 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{fibra} = \frac{1787.5 \frac{Kg}{h}}{2645.5 \frac{Kg}{h}} = 0.675 * 2645.5 \frac{Kg}{h} = \frac{1787.5Kg}{h}$$

$$XH20 = \frac{858 \text{ Kg/h}}{2645.5 \text{ Kg/h}} = 0.325$$

#### - Corriente de salida (BA03)

$$BA03 = BA02$$

$$BA03 = 1787.5 \frac{Kg}{h} + 0.1 * 1787.5 \frac{Kg}{h} = 1966.25 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{fibra} = \frac{1787.5 \frac{Kg}{h}}{1966.25 \frac{Kg}{h}} = 0.9$$

$$F_{fibra} = 0.9 * 1966.25 \frac{Kg}{h} = \frac{1787.5Kg}{h}$$

$$FH20 = 0.1 * 1966.25 \frac{Kg}{h} = 178.75 \frac{Kg}{h}$$



## BALANCE DE ENERGIA

Se parte de los siguientes supuestos para la etapa de secado:

- No hay pérdida de calor en el secadero.
- El calor que se aplica al bagazo procede únicamente del aire.
- Toda la humedad existe es humedad libre
- No hay evaporación durante el periodo preliminar de calentamiento
- El secado se realiza a temperatura constante humedad
- En el periodo final no se efectúa secado, solamente se calienta el producto hasta la temperatura de descarga.

Condiciones operacionales

$$BA02 = 2645.5 \frac{Kg}{h}$$

- Humedad del sólido a la entrada: 40% en peso
- Humedad del sólido a la salida: 10% en peso
- Temperatura del sólido a la entrada: 25°C
- Temperatura del sólido a la Salida: 70°C
- Temperatura del aire a la entrada: 120°C
- Temperatura del aire a la Salida: 50°C
- Calor específico del bagazo **BA02: 7470892 Kcal/Kg**
  
- Temperatura del aire ambiente 20°C
- Temperatura de termómetro húmedo del aire: 13.8°C (Datos del gráfico psicrométrico)
- Grado de saturación del aire 48%
- Humedad específica del aire: 0.007Kg agua/Kg aire
- El secado se lleva a cabo a una temperatura de bulbo húmedo de 49°C

La composición del bagazo con 40% de humedad está comprendida en 25% fibras Cp 0.37 Kcal/ Kg °C, Agua 60% cp 1 Kcal/ Kg °C, Sacarosa 15% cp 0.3 Kcal/ Kg °C

Calor específico caña de azúcar: 2824 Kcal/ Kg°C

$$cp_{bagazo} = 2824 \frac{Kcal}{Kg} * 2645.5 \frac{Kg}{h} = 7070892 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{total} = Q_{fibras} + Q_{sacarosa} + Q_{agua}$$

$$Q = m * cp * (t_1 - T_0)$$

$$Q_{fibra} = \left( 2645.5 \frac{Kg}{h} * 0.25 \right) * 0.37 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} * (70 - 25^\circ C) = 11011.9 \frac{Kcal}{h}$$



$$Q_{\text{sacarosa}} = \left(2645.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.15\right) * 0.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} * (70 - 25^\circ\text{C}) = 5357.13 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{agua}} = \left(2645.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.6\right) * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} * (70 - 25^\circ\text{C}) = 71428.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{total}} = 87797.53 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

- **Cantidad de agua a evaporar.**

$$H_{2O \text{ evap}} = 873 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} - \left(2645.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.1\right) = 608.45 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- **Cantidad de calor para calentar el bagazo y el agua.**

$$Q = m_{\text{bagazo}} * c_p \text{ bagazo} * (T_f - t_i) + m_{H_2O} * c_p H_2O * (T_f - t_i)$$

$$Q = 87797.53 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} + 608.45 * \frac{1 \text{Kcal}}{\text{h } ^\circ\text{C}} * (70 - 25)$$

$$Q = 115177.78 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

- **Cantidad de calor para eliminar la humedad.**

Calor necesario para calentar el agua desde T del aire ambiente hasta T de termómetro húmedo.

$$Q = m_{\text{agua}} * c_p \text{ agua} * (T_{th} - T_{ts})$$

$$Q = 608.45 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * \frac{1 \text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} * (49 - 20^\circ\text{C})$$

$$Q = 17645.05 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

- **Cantidad de calor para evaporar el agua.**

$$Q = m * \lambda$$

$$Q = 608.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} * 569.9 * \frac{1 \text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q = 346755.66 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

- **Cantidad de calor aportado en todo el proceso**



$$Q_t = Q + Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 115177.78 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 17645.05 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} + 346755.66 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 479578.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- **Cantidad de aire**

$$s = 0.24 + 0.45 * W$$

$$s = 0.24 + 0.45 * 0.007 = 0.24315 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg gas}^\circ\text{C}}$$

$$Q_t = m_{\text{gas}} \cdot s_{\text{gas}} \cdot (\Delta t) \Rightarrow m_{\text{gas}} = \frac{479578.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{0.24315 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg gas}^\circ\text{C}} * (120 - 50^\circ\text{C})} = 28176.52 \frac{\text{Kg aire}}{\text{h}}$$

$$m_{\text{total aire}} = 1.5 \text{ h} * 28176.52 \frac{\text{Kg aire}}{\text{h}} = 42264.78 \text{ Kg}$$

## ALMACENAMIENTO

Para el cálculo de almacenamiento tendremos en cuenta el volumen requerido por la planta para abastecer la misma durante 24 horas por debido a cualquier falla en el proceso aguas arriba del reactor de pulpeo. Esto nos ayuda a evitar pérdidas por paradas imprevistas. El tamaño requerido para este Silo de almacenamiento **SIL002** es

$$\text{Demanda diaria del reactor} = 24 \text{ h} * 1966.25 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 47190 \text{ Kg bagazo con } 10\% \text{ humedad}$$

$$\text{densidad bagazo } 10\% \text{ humedad} = 250 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow \text{Volumen de Silo} = 47190 \frac{\text{Kg m}^3}{250 \text{ Kg}} = 190 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de silo pulmón} = 190 \text{ m}^3$$

## PULPEO QUÍMICO

En el proceso de pulpeo alcalino del bagazo de caña de azúcar, el objetivo principal es la deslignificación, que consiste en separar la lignina y la hemicelulosa de las fibras de celulosa mediante una reacción química en un medio alcalino usando hidróxido de sodio, NaOH 6.5%. Este proceso facilita la extracción de celulosa purificada.

Para escribir la reacción estequiométrica del proceso de pulpeo alcalino del bagazo de caña de azúcar, nos centraremos en las principales reacciones que ocurren en un medio de hidróxido de sodio (NaOH) para la eliminación de lignina y hemicelulosa. La celulosa



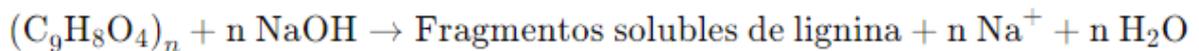
en sí misma es resistente en condiciones alcalinas moderadas y permanece relativamente intacta, mientras que la lignina y la hemicelulosa se descomponen en productos solubles.

A continuación, se presentan las ecuaciones estequiométricas simplificadas para los principales procesos en el pulpeo alcalino:

### - Reacción de Deslignificación

La lignina es una estructura compleja de compuestos aromáticos. Aunque su fórmula exacta varía, se suele simplificar como una unidad repetitiva de  $C_9H_8O_4$ . En presencia de NaOH, la lignina se descompone en compuestos solubles.

**Reacción simplificada:**



Esta ecuación representa la conversión de lignina en fragmentos solubles, aunque los productos específicos varían según la composición particular de la lignina y las condiciones de pulpeo.

### - Reacción de Saponificación de Hemicelulosa

La hemicelulosa también se descompone bajo condiciones alcalinas. La hemicelulosa contiene grupos acetilo ( $-COCH_3$ ) que se hidrolizan y saponifican en un medio alcalino, formando acetato de sodio.

**Reacción de saponificación de un grupo acetilo:**



Para determinar el balance de masa y energía de esta etapa del proceso se tuvo en cuenta las condiciones óptimas consultadas sobre el estudio de "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARBOXIMETILACIÓN DE CELULOSA PROVENIENTE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR" realizado por la Universidad Nacional de Salta el cual concluyó que para tener el mayor rendimiento de obtención de celulosa y evitar reacciones secundaria se realizó el proceso a una T de 70°C y una concentración de hidróxido al 6.5% durante 3 horas ya que en estos parámetros se obtienen mayores porcentajes de remoción de lignina y hemicelulosa y el mayor rendimiento en fibras sin que se produzca una pérdida significativa de celulosa.



La experiencia realizada por dicha universidad consistió en pesar 0.1Kg de bagazo de caña de azúcar y se agregaron 0.750L de solución de hidróxido de sodio 6.5% de concentración. Luego se colocó en un baño termostatzado con agitación a 70°C, durante 3 horas con un rendimiento 74%. Finalizado este procedimiento, se procedió al lavado de las fibras obtenidas con agua destilada.

Siguiendo con las condiciones propuestas por la experiencia ya mencionada la reacción se llevará a cabo en un reactor continuo horizontal al cual se lo alimenta con una corriente **BA03** proveniente del silo anteriormente mencionado en el cual se incorpora una corriente **NAOH01** la cual va a ser el licor de cocción. El producto final (celulosa más los residuos de lignina, hemicelulosa e hidróxido salen en una corriente **CELULOSA1** y es llevada a una etapa de lavado para eliminar dichos residuos.

### 6.1.8 BALANCE DE MASA REACTOR PULPEO

Considerando las relaciones propuestas en la bibliografía consultada tenemos:

- **Corriente de entrada (NAOH01)**

$$\text{Volumen de hidroxido a utilizar} = \frac{1966.25 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.75 \text{ L}}{0.1 \text{ Kg}} = 14746.9 \frac{\text{L}}{\text{h}} \text{ NaOH}$$

Consideramos una densidad de NaOH 6,5%= 1.068 Kg/L

$$\Rightarrow m = 1.068 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * \frac{14746.9 \text{ L}}{\text{h}} = 15749.7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \text{ solucion de NaOH}$$

$$\Rightarrow \text{NaOH puro} = 15749.7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.065 = 1023.7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\Rightarrow \text{H}_2\text{O} = 15749.7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0.935 = 14725.97 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

La composición de flujo de fibras de entrada (X=09) la cual corresponde en 1787.5 Kg/h en el flujo de entrada este compuesto de la siguiente manera:

- Celulosa: 45%
- Lignina:30%
- Hemicelulosa: 10%
- Ceniza:5%
- Agua:10%
- **Corriente de entrada (BA03)**

$$\text{BA03} = 1966.25 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$



$$XH_2O = 0.1 \Rightarrow FH_2O = 1966.25 \frac{Kg}{h} * 0.1 = 178.75 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{fibra} = 0.9 \Rightarrow F_{imp} = 1986.11 \frac{Kg}{h} * 0.9 = 1787.5 \frac{Kg}{h}$$

- **Corriente de salida (CELULOSA1)**

**Calculo es flujo de salida de hemicelulosa**

$$\text{Considerando PM LIGNINIA} = 12500 \frac{Kg}{Kmol}$$

$$\text{Considerando PM HEMICELULOSA} = 8000 \frac{Kg}{Kmol}$$

$$N_s \text{ Hemi} = N_e \text{ entrada} - \sigma \text{ Hemi} \cdot r$$

$$r = \frac{N_e \text{ hemi} \cdot X_{\text{hemi}}}{\sigma}$$

$$N = \frac{F \left( \frac{Kg}{h} \right)}{pm \left( \frac{Kg}{kmol} \right)}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow N_s \text{ Hemi} &= 0.0246 \frac{Kmol}{h} - 1 \cdot \frac{0.0246 * 0.74}{1} = 0.0064 \frac{Kmol}{h} * 8000 \frac{Kmol}{kg} \\ &= 51.168 \frac{Kg}{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow N_s \text{ lig} &= 0.0472 \frac{Kmol}{h} - 1 \cdot \frac{0.0472 * 0.74}{1} = 0.012 \frac{Kmol}{h} * 125000 \frac{Kmol}{kg} \\ &= 153.37 \frac{Kg}{h} \end{aligned}$$

Consideramos que las cenizas y la celulosa no participan de la reacción.

- Calculo la cantidad de NaOH consumido en la reacción.

$$N_s \text{ NaOH} = \frac{N_e}{PM} - \text{Consumido lignina} - \text{Consumido hemi}$$

$$N_s \text{ NaOH} = \frac{1023.7 \frac{Kg}{h}}{40 \frac{Kg}{h}} - 1 * \frac{589.9 \frac{Kg}{h} * 0.74}{12500} - 1 * \frac{196.625 \frac{Kg}{h} * 0.74}{8000} = 441.8 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{FLUJO DE CELULOSA 1} = 7617.8 \frac{Kg}{h}$$



$$X_{imp} = 0.88 \Rightarrow F_{imp} = 7617.8 \frac{Kg}{h} * 0.88 = 6703.664 Kg/h$$

$$X_{celulosa} = 0.12 \Rightarrow F_{imp} = 7617.8 \frac{Kg}{h} * 0.12 = 914.136 Kg/h$$

- Cálculo de volumen de reactor considerando factor de seguridad 15%

$$Flujo\ volumetrico\ de\ Bagazo = \frac{Q_{bagazo}}{\delta_{bagazo}} = \frac{1966.25 \frac{Kg}{h}}{175 \frac{Kg}{m^3}} = 11.23 m^3/h$$

$$Flujo\ volumetrico\ de\ NaOH = \frac{Q_{NaOH}}{\delta_{NaOH}} = \frac{15749.7 \frac{Kg}{h}}{1068 \frac{Kg}{m^3}} = 14.74 m^3/h$$

tiempo de reacción = 3 horas

$$V_{reactor} = \left( \frac{11.23 m^3}{h} + 14.74 \frac{m^3}{h} \right) * 3h = 77.91 m^3$$

### 6.1.9 BALANCE DE ENERGÍA REACTOR PULPEO

Calculo la cantidad de cada componente para 3 horas de reacción

$$Masa\ de\ solución\ de\ NaOH: 3h * 15749.7 \frac{Kg}{h} = 47249.1 Kg$$

$$Masa\ de\ solución\ de\ NaOH\ puro: 3h * 1023.7 \frac{Kg}{h} = 3071.1 Kg$$

$$Masa\ de\ solución\ de\ H_2O: 3h * 14725.97 \frac{Kg}{h} = 5898.75 Kg$$

$$Masa\ de\ mezcla\ Bagazo - NaOH(6.5%): \frac{53147.8 Kg}{3h} = \frac{17715.91 Kg}{h}$$

$$C_p\ caña\ de\ azúcar\ 0.35 \frac{Kcal}{kg} = 1.4644 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k} \text{ para una humedad } 10\%$$

$$C_p\ de\ NaOH = 0.89 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k}$$

$$C_p\ caña\ de\ azúcar\ 4.18 \frac{KJ}{Kg^{\circ}K}$$

Diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) = (70-24°C) = 46°C



Temperatura de alimentación = 24°C

Temperatura de reacción = 70°C

Temperatura de vapor = 150°C

Temperatura de vaporización 2270 KJ/Kg

- Calculo el calor necesario para alcanzar 70°C

$$C_{sol NaOH} = (0.89 \text{ KJ} / \text{KgK}) * \frac{3071.1 \text{ Kg}}{47249.1 \text{ Kg}} + 4.18 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{44177.91 \text{ Kg}}{447249.1 \text{ Kg}} = 0.057 + 3.908 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$C_{sol NaOH} = 3.965 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}}$$

$$\begin{aligned} C_{MEZCLA} &= (3.965 \text{ KJ} / \text{KgK}) * \frac{47249.1 \text{ Kg}}{53147.8 \text{ Kg}} + 1.4644 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{5898.75 \text{ Kg}}{53147.8 \text{ Kg}} \\ &= 3.52 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{K}} + 0.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{K}} \end{aligned}$$

$$C_{mezcla total} = 3.68 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}}$$

$$Q = m * cp_{mezcla} * \Delta T$$

$$Q = 53147.8 \text{ Kg} * 3.68 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * (343 - 293\text{K})$$

$$Q = 9779195.2 \text{ KJ}$$

**Balance de energía entre el medio calefacción y la mezcla.**

$$m * cp_{mezcla} * \Delta T = mv * \lambda = mv = \frac{9779195.2 \text{ KJ}}{2270 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 4308 \frac{\text{Kg}}{\text{vapor}} \text{ para tres horas}$$

## Lavado

El proceso de lavado posterior al tratamiento con hidróxido de sodio (NaOH) del bagazo de caña de azúcar es fundamental para eliminar el exceso de reactivos químicos y subproductos formados durante la reacción de deslignificación y despolimerización de hemicelulosa. Este lavado asegura la limpieza de la pulpa de celulosa y facilita su uso en etapas posteriores, como el blanqueado o la producción de derivados como la carboximetilcelulosa esta etapa de proceso se realiza dentro del mismo reactor ya que por medio del sistema de agitación que lo componen nos aseguramos de eliminar todos los residuos que acompañan dicha celulosa.



Es importante remarcar que en esta etapa no se realiza neutralización porque la pulpa no se va a utilizar en proceso de blanqueo por lo cual el remanente de NaOH no perjudica los procesos posteriores

### 6.1.10 Etapas y Objetivos del Proceso de Lavado

#### Drenaje Inicial del Licor Negro

Tras el tratamiento con NaOH, el bagazo tratado contiene una mezcla residual conocida como licor negro, compuesta de lignina disuelta, hemicelulosa degradada y NaOH residual. La primera etapa del lavado consiste en drenar este licor, reduciendo la carga de impurezas en la pulpa aproximadamente 50-70% del licor negro puede quedar retenido en la pulpa se toma el valor de residuo de 60%.

$$\Rightarrow \text{El residuo que elimino} = \frac{60 * 16830 \frac{Kg}{h}}{100} = 10098 \frac{Kg}{h}$$

El residuo que elimino = 16830 Kg/h - 10098 Kg/h = 6732 Kg/h

Después del drenado tengo entonces = 6732 Kg/h + 884.89 Kg/h = 7617.8 Kg/h

#### Lavado con Agua Fresca

En esta etapa, se añade agua fresca Temperatura ambiente en una relación de líquido a sólido (generalmente entre 4:1 y 8:1 en peso de celulosa) para diluir y eliminar los restos de NaOH y otros compuestos solubles el cual consideramos el valor medio de 6 litros de agua por kg de pulpa. La pulpa queda prácticamente libre de residuos alcalinos y lignina, con un porcentaje residual de impurezas por debajo del 2 al 5% considerando un valor medio de 3.5

El agua de lavado disuelve los residuos químicos que no se han eliminado en el drenaje, asegurando una pulpa más pura.

#### - Corriente de entrada (CELULOSA1)

$$CELULOSA1 = 7617.8 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{celulosa} = 0.12 \Rightarrow F_{celulosa} = 7617.8 \frac{Kg}{h} * 0.12 = 884.81 Kg/h$$

$$X_{residuos} = 0.88 \Rightarrow F_{imp} = 7617.8 \frac{Kg}{h} * 0.88 = 6703.66 Kg/h$$

#### - Corriente de entrada (AG03)



$$AG01 = 6 * Fe\ bagazo = 1966.25 \frac{Kg}{h} = 11797.5 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{agua} = 1$$

- **Corriente de salida (AG04)**

$$AG04 = CELULOSA1 + FAG03 - CELULOSA2$$

$$AG02 = 7617.8 + 11797.5 - 1119.43 = 52175.8 \text{ Kg/h}$$

- **Corriente de salida (CELULOSA2)**

$$CELULOSA2 = 884.81 \frac{Kg}{h} + 234.62 \frac{Kg}{h} = 1119.43 \text{ Kg/h}$$

Flujo de celulosa2 con 60% de humedad= 1791.1 Kg/h

$$F_{imp} = 0.13 * 1791.1 \frac{Kg}{h} = 232.84 \text{ Kg/h}$$

$$F_{H2O} = 0.37 * 1791.1 \frac{Kg}{h} = 662.707 \text{ Kg/h}$$

$$F_{CELULOSA} = 0.5 * 1791.1 \frac{Kg}{h} = 895.55 \text{ Kg/h}$$

## SECADO

El secado de la celulosa después de la etapa de pulpeo es fundamental para reducir la humedad residual del 60% al 10% y facilitar su uso en procesos posteriores,

Secar la celulosa antes de almacenarla es crucial para preservar su calidad y evitar problemas en su manejo y procesamiento futuro. Las razones principales incluyen:

1. **Evitar la proliferación de microorganismos:** La humedad alta en la celulosa crea un ambiente ideal para el crecimiento de moho, bacterias y otros microorganismos que pueden degradar la celulosa, afectando su calidad y pureza.
2. **Estabilidad y preservación del material:** La celulosa seca es más estable químicamente. La presencia de agua puede facilitar reacciones químicas no deseadas, lo que podría llevar a la descomposición de la celulosa o a la formación de compuestos secundarios que comprometan su uso en procesos industriales.
3. **Reducción de peso y facilidad de transporte:** El agua en la celulosa aumenta significativamente su peso, lo que encarece su transporte y



almacenamiento. Al reducir la humedad, se optimiza el uso del espacio y se abaratan los costos logísticos.

4. **Preparación para procesos posteriores:** En muchas aplicaciones, como en la fabricación de papel, la producción de derivados de celulosa o el blanqueado, la celulosa debe tener un contenido de humedad bajo para facilitar el control del proceso. La celulosa seca absorbe mejor los reactivos y mejora la eficiencia de las etapas siguientes.

#### Etapa Inicial de Drenaje y Eliminación de Exceso de Agua:

Antes del secado térmico, es común drenar el exceso de agua del flujo **CELULOSA2** utilizando sistemas de rodillos para reducir el contenido de humedad inicial de 60% al 40%, lo cual disminuye el consumo energético en la etapa de secado posterior.

### 6.1.11 BALANCE DE MASA

CELULOSA2 60%= 1791.1 Kg/h

$$\Rightarrow F_{celulosa2} = 232.843 \frac{Kg}{h} + 530.16 \frac{Kg}{h} + 895.565 \frac{Kg}{h} = 1658.55 \frac{Kg}{h}$$

#### - Corriente de entrada (CELULOSA2)

$$CELULOSA2 = 1658.55 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{fibra} = 0.54 = F_{fibra} = 895.617 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{H2O} = 0.32 = 530.736 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{imp} = 0.14 = 232.843 \frac{Kg}{h}$$

#### - Corriente de salida (CELULOSA3)

$$X_{fibra} = 0.72 = F_{fibra} = 895.61 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{H2O} = 0.09 = 112.847 \frac{Kg}{h}$$

$$X_{imp} = 0.18 = 232.843 \frac{Kg}{h}$$



### Secado Térmico Controlado:

Una vez drenado, el bagazo se introduce en un secador de lecho fluido. En un secador rotativo el cual consiste en un cilindro hueco que gira sobre su eje, con una ligera inclinación, para permitir el deslizamiento de los sólidos a secar hacia la salida, el gas caliente que permite el secado se alimenta en contra corriente al sólido a secar. El método de calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared del cilindro que se calienta por el paso de los gases.

Entonces se pretende, en este punto eliminar mediante temperatura, cualquier exceso de humedad mediante un flujo de aire **AIRE04**. Para este fin la temperatura de secado suele estar en el rango de 120 °C para evitar la degradación de las fibras de celulosa. La velocidad de flujo de aire **AIRE03** y el tiempo de residencia también se ajustan para alcanzar un nivel de humedad deseado, generalmente inferior al 10% **CELULOSA3**. La temperatura de salida del aire es de 50 °C.

Luego de pasar por los rodillos el cual reduce en un 20% el contenido de humedad a temperatura ambiente 25°C.

Se parte de los siguientes supuestos para la etapa de secado:

- No hay pérdida de calor en el secadero.
- El calor que se aplica al bagazo procede únicamente del aire.
- Toda la humedad existe es humedad libre
- No hay evaporación durante el periodo preliminar de calentamiento
- El secado se realiza a temperatura constante humedad
- En el periodo final no se efectúa secado, solamente se calienta el producto hasta la temperatura de descarga.

### Condiciones operacionales

CELULOSA2= 1658.55 Kg/h

- Humedad del sólido a la entrada:40% en peso
- Humedad del sólido a la salida:10% en peso
- Temperatura del sólido a la entrada:25°C
- Temperatura del sólido a la Salida:70°C
- Temperatura del aire a la entrada:120°C
- Temperatura del aire a la Salida:50°C
- Calor específico de la celulosa CELULOSA2: 0.38 Kcal/Kg°C
  
- Temperatura del aire ambiente 20°C
- Temperatura de termómetro húmedo del aire:13.8°C (Datos del gráfico psicrométrico)
- Grado de saturación del aire 48%
- Humedad específica del aire:0.007Kg agua/Kg aire
- El secado se lleva a cabo a una temperatura de bulbo húmedo de 49°C



## 6.1.12 BALANCE DE ENERGÍA

$$Q_{total} = Q_{celulosa} + Q_{impureza} + Q_{agua}$$

$$Q = m * cp * (T1 - T0)$$

$$Q_{CELULOSA} = \left( 895.61 \frac{Kg}{h} * 0.38 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) * (70 - 25^\circ C) = 15314.931 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{IMP} = \left( 232.843 \frac{Kg}{h} * 0.42 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) * (70 - 25^\circ C) = 4400.7327 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{agua} = \left( 112.847 \frac{Kg}{h} * 1 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) * (70 - 25^\circ C) = 5078.115 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{total} = 24793.8 \frac{Kcal}{Kg}$$

- **Cantidad de agua a evaporar.**

$$H2O_{evap} = 530.736 \frac{Kg}{h} - 232.843 = 297.9 \frac{Kg}{h}$$

- **Cantidad de calor para calentar el Celulosa y el agua.**

$$Q = 24793.8 \text{ Kcal} + 297.9 \text{ Kcal} * 1 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} * (70 - 25^\circ C)$$

$$Q = 38200 \frac{Kcal}{Kg}$$

- **Cantidad de calor para eliminar la humedad.**

Calor necesario para calentar el agua desde T del aire ambiente hasta T de termómetro húmedo.

$$Q = 297.9 \frac{Kg}{h} * 1 \text{ Kcal/Kgh} * (49 - 20^\circ C)$$

$$Q = 8639.1 \frac{Kcal}{h}$$

- **Cantidad de calor para evaporar el agua.**

$$Q2 = m * \lambda$$

$$Q = 297.9 \frac{Kg}{h} * 569.9 * \frac{1 \text{ Kcal}}{Kg} = 169773.21 \text{ Kcal /h}$$



- **Cantidad de calor aportado en todo el proceso**

$$Q_t = Q + Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = 216612.31 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

- **Cantidad de aire**

$$s = 0.24 + 0.45 * W$$

$$s = 0.241 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg gas}^\circ\text{C}}$$

$$Q_t = m_{\text{gas}} \cdot s_{\text{gas}} \cdot (\Delta t) \Rightarrow m_{\text{gas}} = \frac{216612.31 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{0.24315 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg gas}^\circ\text{C}} * (120 - 50^\circ\text{C})} = 12726.55 \frac{\text{Kg aire}}{\text{h}}$$

$$m_{\text{total aire}} = 1.5 \text{h} * 12726.55 \frac{\text{Kg aire}}{\text{h}} = 19089.825 \text{ Kg aire}$$

## MOLIENDA

Moler la celulosa antes de almacenarla es importante para mejorar su manejabilidad, reducir el espacio de almacenamiento, y asegurar la estabilidad de la materia prima en condiciones óptimas para su uso posterior. Aquí se detallan las razones principales:

### 1. Reducción del Tamaño de Partícula:

- La molienda reduce la celulosa a partículas finas, lo cual permite una compactación más eficiente, disminuyendo el volumen necesario para su almacenamiento.
- Partículas más pequeñas también facilitan el flujo y transporte de la celulosa, ya que se minimiza la formación de grumos o aglomerados que podrían dificultar su manejo.
- La celulosa seca y molida es menos susceptible a reacciones químicas indeseadas que podrían ocurrir en presencia de humedad, manteniéndola en mejor estado para usos futuros.
- La molienda aumenta el área de superficie específica de la celulosa, lo cual es beneficioso para su reactividad en aplicaciones posteriores. Una mayor superficie permite que los reactivos químicos se distribuyan de manera más homogénea y eficiente.

## REACTOR DE CMC

El proceso Druvacell, es un método más empleado para la obtención de CMC a partir de celulosa. Las fibras de celulosa son penetradas con etanol y con álcali para promover



el hinchamiento de las mismas y la ionización de los grupos hidroxilos, para luego proceder a la reacción de sustitución con la agente esterificación. Básicamente la carboximetilcelulosa se obtiene por la reacción con ácido monocloroacético sobre la celulosa alcalina.

Su producción en gran escala es más simple que la de los otros éteres de celulosa, debido a que los reactivos empleados permiten trabajar a presión atmosférica por ser sólidos y líquidos.

Para determinar el balance de esta etapa del proceso se tuvo en cuenta nuevamente las condiciones óptimas consultadas sobre el estudio de "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CARBOXIMETILACIÓN DE CELULOSA PROVENIENTE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR" realizado por la Universidad Nacional de Salta.

El procedimiento empleado, está adaptado del proceso Druvacell a escala laboratorio obteniendo rendimiento del 97%. En el reactor se mezclaron 1 Kg de FC con 2 L de etanol al 90%. El etanol se utiliza principalmente como medio de reacción o como disolvente para controlar la consistencia y evitar una disolución completa de los reactivos, El sistema se agitó durante media hora.

$$\text{Corriente de entrada (disolvente)} = \frac{1241.3 \text{ Kg celulosa} * 2 \text{ L etanol}}{1 \text{ Kg celulosa}} = 2482.6 \text{ L etanol } 90\%$$

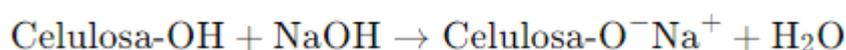
$$\text{metanol} = 0.82 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * 2482.6 \text{ L} = 2035.73 \text{ Kg etanol}$$

Luego se adicionaron 0.75 L de la solución de NaOH 55% en peso el cual actúa como activador de la celulosa, rompiendo algunos de los enlaces hidroxilo (-OH) para hacerla más reactiva. La mezcla se agita vigorosamente durante 30 min a temperatura ambiente.

Para obtener CMC de grado técnico con el rendimiento adecuado, los reactivos suelen usarse en una relación de aproximadamente 3 moles de NaOH por mol de unidad de celulosa. Esto garantiza un grado de sustitución adecuado (entre 0.7 y 0.85) para aplicaciones técnicas donde no se requiere un alto nivel de pureza.

Con 3 moles de NaOH, se asegura que todos los grupos hidroxilo de la celulosa están completamente activados, lo cual es beneficioso para procesos que requieren un alto grado de sustitución en la carboximetilación. Este nivel de activación facilita la reacción con ácido monocloroacético para producir carboximetilcelulosa (CMC). Rendimiento de la reacción 97%.

#### Reacción de activación:





En esta reacción, la celulosa se convierte en una forma ionizada, preparada para reaccionar con el ácido monocloroacético.

Densidad del NaOH= 1.53 Kg/L

$$\text{Corriente de entrada (NaOH 55\%)} = \frac{1241.3 \text{ Kg celulosa} * 0.75 \text{ L NaOH}}{1 \text{ Kg celulosa}} = 930.97 \text{ L NaOH 90\%}$$

$$m_{\text{NaOH}} = 1.53 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * 930.97 \text{ L} = 1424.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \text{ NaOH}$$

$$\text{masa de NaOH PURO} = 0.55 * 1424.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 783.41 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{masa de H}_2\text{O} = 0.45 * 1424.4 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 640.98 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Corriente de salida

Calculo es flujo de salida de NaOH

$$\text{Considerando PM NaOH} = 40 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

$$\text{Considerando PM CELULOSA} = 162 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

$$N_s \text{ NaOH} = N_e \text{ entrada} - \sigma \text{ NaOH} \cdot r$$

$$\Rightarrow N_s \text{ celulosa} = \frac{783.41 \text{ Kg}}{162 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}} \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} - 1 \cdot \frac{895.61 * 0.97}{1} = 0.16 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} * 162 \frac{\text{Kg}}{\text{kg}} = 25.92 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\Rightarrow N_s \text{ NaOH} = \frac{783.41 * 0.97}{40 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}} \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} - 3 \cdot \frac{895.61 * 0.97}{162} = 3.497 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} * 40 \frac{\text{Kg}}{\text{kg}} = 139.89 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Consideramos que las cenizas y la celulosa no participan de la reacción.

**Celulosa que reacciona = (895.61-25.92) = 869.69 Kg/h**

Posteriormente se añade poco a poco ácido monocloroacético 0.5L por Kg de celulosa al 80% el cual este agente reacciona con los grupos hidroxilo ionizados para formar el grupo carboximetilo en la cadena de celulosa., empleando relaciones de ácido 1.5 mol monocloroacético x mol de celulosa durante un periodo de 30 min. Se sometió a agitación durante 3,5 horas a 60°C. Rendimiento de reacción 80%.



### 6.1.13 Reacción de esterificación:



Densidad del AMCA= 1.25 Kg/L

PM AMCA= 94.5 Kg/kmol

$$\text{Corriente de entrada (AMCA)} = \frac{1241.3 \text{ Kg celulosa} * 0.5 \text{ L AMCA}}{1 \text{ Kg celulosa}} = 620.65 \text{ L AMCA } 80 \%$$

$$m_{\text{AMCA}} = 1.25 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * 620.65 \text{ L} = 775.81 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \text{ AMCA}$$

$$\text{masa de AMCA PURO} = 0.8 * 775.81 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 620.25 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{masa de H}_2\text{O} = 0.2 * 775.81 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = 155.162 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Corriente de salida

Calculo es flujo de salida de NaOH

$$\text{Considerando PM CMC con un DS } 0.85 = 550 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

$$\text{Considerando PM AMCA} = 94.5 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}}$$

$$N_s = N_e \text{ entrada} - \sigma \cdot r$$

$$\Rightarrow N_s \text{ AMCA} = \frac{775.81 \text{ Kg}}{94.5 \frac{\text{Kg}}{\text{kmol}}} \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} - 1.5 \frac{869.7 * 0.85}{162} = 1.36 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} * 94.5 \frac{\text{Kg}}{\text{kg}} = 128 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\Rightarrow N_s \text{ CMC} = 0 - 3 \cdot \frac{869.7 * 0.315}{162} = 1.69 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} * 550 \frac{\text{Kg}}{\text{kg}} = 929.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

**CORRIENTE CMC= 5477.24 Kg/ h**

$$X_{\text{imp}} = 0.1494 \Rightarrow F_{\text{imp}} = 818.29 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$X_{\text{etanol}} = 0.37 \Rightarrow F_{\text{etanol}} = 2026 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = 0.165 \Rightarrow F_{\text{H}_2\text{O}} = 903.74 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$



$$XCMC = 0.3156 \Rightarrow FCMC = 959.2 \frac{Kg}{h}$$

Cálculo de volumen de reactor considerando factor de seguridad 15%

$$\text{Flujo volumetrico de Celulosa} = \frac{Q_{\text{celulosa}}}{\delta_{\text{celulosa}}} = \frac{1241.3 \frac{Kg}{h}}{1.55 \frac{Kg}{L}} = 800.83 L/h$$

$$\text{Flujo volumetrico de NaOH} = \frac{1424.4 \frac{Kg}{h}}{1.53 \frac{Kg}{m^3}} = 930.98 L/h$$

$$\text{Flujo volumetrico de ETANOL} = \frac{2035.73 \frac{Kg}{h}}{0.82 \frac{Kg}{m^3}} = 2482.59 L/h$$

$$\text{Flujo volumetrico de AMCA} = \frac{775.81 \frac{Kg}{h}}{1.25 \frac{Kg}{m^3}} = 620.648 L/h$$

tiempo de reacción = 3.5 horas

$$V_{\text{reactor}} = 4.835 m^3 * 3.5 h = 17 m^3 + 15\% = 20m^3$$

#### 6.1.14 BALANCE DE ENERGÍA REACTOR DRUVACELL

Calculo la cantidad de cada componente para 3.5 horas de reacción

$$\text{Masa total a calentar: } 3,5h * = 1917043 Kg$$

$$\text{Masa total de ractivos : } 3.5h = 14825.83 Kg$$

$$\text{Masa total de celulosa : } 3.5h = 4344.6Kg$$

$$Cp_{\text{celulosa}} = 1.5 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k} \text{ para una humedad } 10\%$$

$$Cp_{\text{de NaOH}} = 0.89 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k}$$

$$Cp_{\text{de AMCA}} = 1.27 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k}$$

$$Cp_{\text{de ETANOL}} = 2.44 \frac{KJ}{Kg^{\circ}k}$$



Diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) = (60-25°C) = 35 °C

Temperatura de alimentación = 24°C

Temperatura de reacción = 60°C

Temperatura de vapor = 150°C

Temperatura de vaporización 2270 KJ/Kg

- Calculo el calor necesario para alcanzar 60°C

$$C_{MEZCLA} = (2.44 \text{ KJ} / \text{KgK}) * \frac{6412.6 \text{ Kg}}{14825.83 \text{ Kg}} + 1.27 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{2170.9 \text{ Kg}}{14825.83 \text{ Kg}} + 0.89 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{2742.3 \text{ Kg}}{14825.83 \text{ Kg}} + 4.18 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{3500 \text{ Kg}}{14825.83 \text{ Kg}} = 2.37 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}}$$

$$C_{MEZCLA} = (2.37 \text{ KJ} / \text{KgK}) * \frac{14825.83 \text{ Kg}}{19170.43 \text{ Kg}} + 1.5 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * \frac{4344.6 \text{ Kg}}{19170.43 \text{ Kg}} = 2.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{K}}$$

$$C_{mezcla\ total} = 2.16 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}}$$

$$Q_{TOTAL} = m * c_p \text{ mezcla} * \Delta T$$

$$Q = 19170.43 \text{ Kg} * 2.16 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * (60 - 25)$$

$$Q = 1449284.5 \text{ KJ}$$

**Balance de energía entre el medio calefacción y la mezcla.**

$$m * c_p \text{ mezcla} * \Delta T = m v . \lambda = m v = \frac{1449284.5 \text{ KJ}}{2270 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} * 3.5$$

$$= 2234.6 \frac{\text{Kg}}{\text{vapor}} \text{ para tres horas}$$

## RECUPERADOR Y SECADOR

El **recuperador de solvente Druvacell** es un equipo especializado diseñado para recuperar y purificar solventes. Este equipo ayuda a reducir costos operativos y minimizar el impacto ambiental mediante la reutilización de solventes usados, que normalmente serían desechados.

### Funcionamiento del Recuperador de Solvente Druvacell

**Carga del solvente usado:**



El solvente usado, que contiene impurezas, residuos o componentes disueltos del proceso de producción, se introduce en el tanque de almacenamiento del recuperador.

#### Proceso de destilación:

El Druvacell utiliza un proceso de **destilación fraccionada** para separar el solvente puro de los contaminantes. En este proceso, el solvente se calienta hasta alcanzar su punto de ebullición. Esto provoca la evaporación del solvente mientras que los contaminantes sólidos o de mayor punto de ebullición quedan en el fondo del tanque.

#### Condensación del solvente:

El vapor de solvente se transfiere a un condensador, donde se enfría y se convierte nuevamente en líquido. Este líquido condensado es el solvente recuperado, listo para ser reutilizado en el proceso industrial.

#### Recolección de residuos:

Los residuos que quedan tras la destilación (como sólidos o aceites pesados) son recolectados en un tanque separado para su adecuada disposición.

Ventajas del Recuperador de Solvente Druvacell

**Eficiencia y ahorro de costos:** La capacidad de recuperar hasta el 95% del solvente reduce la necesidad de comprar solvente nuevo y disminuye significativamente los costos operativos.

**Impacto ambiental reducido:** Al recuperar y reutilizar solventes, se minimiza la cantidad de residuos peligrosos generados y se reduce la demanda de recursos frescos.

**Cumplimiento de normativas:** El equipo ayuda a cumplir con regulaciones ambientales al reducir la cantidad de desechos tóxicos.

Este tipo de equipos es ideal para procesos que utilizan solventes en grandes cantidades, ya que permite un reciclaje constante, garantizando un suministro continuo y reducido impacto ambiental.

### 6.1.15 BALANCE DE MASA

#### - Corriente de entrada (CMC)

$$FCMC = 5477.24 \text{ Kg/h}$$

$$X_{imp} = 0.1494 \Rightarrow F_{imp} = 818.29 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$X_{etanol} = 0.37 \Rightarrow F_{etanol} = 2026 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$



$$XH2O = 0.165 \Rightarrow FH2O = 903.74 \frac{Kg}{h}$$

$$XCMC = 0.3156 \Rightarrow FCMC = 959.2 \frac{Kg}{h}$$

- **Corriente de salida (CMC2)**

$$FCMC2 = 2678.14 \text{ Kg/h}$$

$$Ximp = 0.036 \Rightarrow Fimp = 2678.14 \frac{Kg}{h}$$

$$XCMC = 0.64 \Rightarrow FCMC = 959.2 \frac{Kg}{h}$$

- **Corriente de salida (ETANOL2)**

$$FETANOL2 = 2799.1 \text{ Kg/h}$$

$$Ximp = 0.2 \Rightarrow Fimp = 559.82 \frac{Kg}{h}$$

$$XETANOL = 0.8 \Rightarrow FCMC = 2239.28 \frac{Kg}{h}$$

## MOLIENDA CMC

La etapa de molienda de carboximetilcelulosa sódica (CMC) es fundamental para lograr el tamaño de partícula y la textura adecuadas para el uso industrial. La CMC, una vez sintetizada y secada, necesita ser molida para alcanzar un tamaño de partícula uniforme, que influye directamente en sus propiedades de disolución y rendimiento en aplicaciones finales.

### Especificaciones Técnicas en la Molienda de CMC

Tamaño de Partícula:

- En aplicaciones industriales, el tamaño de partícula de la CMC molida debe ser uniforme, generalmente en un rango de 200 a 400 micras ( $\mu\text{m}$ ). Un tamaño más fino es adecuado para productos que requieren alta solubilidad y dispersión rápida.

## DIAGRAMA COMPLETO DE PROCESO

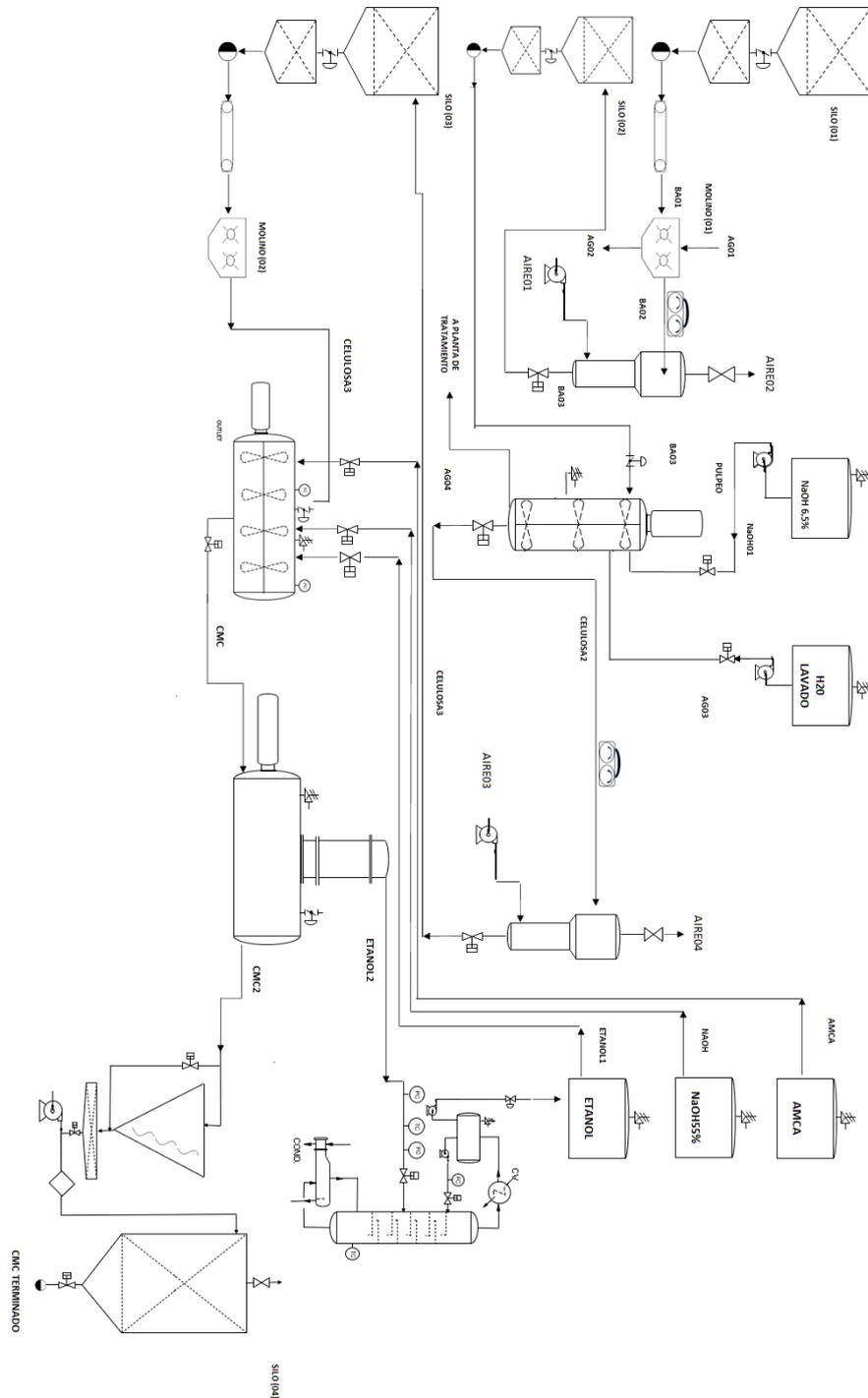


Figura: 29 Diagrama Completo del proceso, Fuente: Elaboración propia.



## CONCLUSIÓN

En conclusión, este capítulo ha desempeñado un papel fundamental en este proyecto ya que al abordar los balances de masa y energía en los diferentes equipos que conforman este proceso pudimos concluir que los balances coinciden con el programa de producción propuesto y nos permiten identificar la capacidad requerida en cada uno.

Nos ha permitido además analizar que la tecnología y los equipos elegidos son los adecuados para llevar a cabo nuestro proceso.



## CAPÍTULO N ° 7: SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se definen las tecnologías utilizadas para casa operación del proceso. En este proyecto no solo se pretende obtener Carboximetilcelulosa Sódica, sino que también se pretende realizar una actividad que sea respetuosa con el medio ambiente, tanto a nivel de producción y como producto final.

El objetivo es seleccionar la maquinaria considerada óptima para el proceso productivo y con ello el proveedor más conveniente, evaluando no solo el costo de su maquinaria, sino también ubicación, forma de pago, entrega y plazos de pagos.

Además, basándonos en la información establecida en el capítulo 6, también se determina el diseño y la elección de los equipos específicos que serán empleados. Para llevar a cabo el cálculo y el diseño de los diversos equipos necesarios, se analizan los flujos a ser en cada caso. Se define el diseño y elección de los equipos específicos a utilizar.

Se plantea un factor de ocupación de 0.85 de la capacidad total instalada, por lo tanto, se tendrá en cuenta un 15% de sobre dimensionamiento para cada equipo calculado en los incisos posteriores.

A parte de la elección de una alternativa se desprenderán los distintos requerimientos incluyendo equipos, materiales, necesidades de personal, así como los requisitos de espacio y obras físicas, lo que posteriormente permitirá realizar los cálculos de los diversos costos asociados al proyecto.

### ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas llegaran de manera directa por medio de camiones. El bagazo de caña de azúcar debe ser entregados cumpliendo con los requisitos especificados en el capítulo anterior.

El bagazo debe ser inspeccionado en cuanto lleguen para asegurarse de que estén bajos los parámetros de calidad establecidos en el capítulo anterior. Deben almacenarse a temperatura adecuada para evitar la proliferación de bacterias. A su vez deben ser

transportados desde el área de almacenamiento al área de procesamiento por medio de cintas transportadoras.

El cálculo del volumen necesario se supone para mantener la producción 6 meses, periodo en el cual no hay cosecha de caña de azúcar en Argentina los cuales implica los meses de diciembre a mayo. Consideramos que cada mes tiene 25 días en promedio en caso de imprevistos técnicos y mantenimiento de planta.

### 7.2.1 - Silo de almacenamiento de bagazo de caña de azúcar.



*Imagen 7.1 Silo de almacenamiento*

El almacenamiento de bagazo de caña de azúcar para la obtención de celulosa requiere de condiciones adecuadas para preservar su calidad y minimizar la pérdida de material. El bagazo es un subproducto húmedo y fibroso que, si no se almacena correctamente, puede deteriorarse rápidamente debido a la proliferación de microorganismos o la descomposición.

El bagazo se almacena generalmente en silos cerrados o depósitos bajo techo con ventilación controlada para ayudar a mantener la baja humedad y permite la circulación de aire, lo cual previene la acumulación de gases producidos por microorganismos. Estos silos protegen de la exposición directa al agua de lluvia y la humedad del ambiente, que pueden aumentar su contenido de humedad y fomentar el crecimiento de microorganismos.

#### **Características que debe tener el silo de almacenamiento:**



- **Materiales resistentes a la corrosión:** Los silos deben estar contruidos con materiales como acero galvanizado para resistir la corrosión, ya que el bagazo de caña puede liberar compuestos que corroen superficies metálicas en ambientes húmedos.
- **Ventilación forzada:** Los silos están equipados con sistemas de ventilación forzada que regulan la humedad y temperatura del interior, previniendo la acumulación de humedad y el crecimiento de microorganismos.
- **Control de humedad:** Estos sistemas permiten mantener un nivel de humedad adecuado, esencial para el almacenamiento del bagazo que ha sido previamente secado. Esto es importante para evitar que el material absorba humedad del ambiente, lo que podría comprometer su calidad.
- **Sensores de temperatura y humedad:** Para el almacenamiento del bagazo es fundamental contar con sensores que monitorean estos parámetros en tiempo real. Un aumento de temperatura podría indicar actividad microbiana o una fermentación no deseada.

### Diseño para Facilitar la Compactación y el Desalojo

- **Compactación:** Los silos están diseñados para que el bagazo pueda ser compactado reduciendo su volumen en 30%, lo cual permite maximizar el uso del espacio y minimizar el acceso al oxígeno, reduciendo la actividad microbiana.
- **Sistema de descarga controlada:** Los silos incluyen sistemas de descarga controlada, como sinfines (tornillos de extracción) para facilitar la extracción del material sin causar atascos.

La densidad del bagazo de caña de azúcar con un 50% de humedad puede variar, pero generalmente se encuentra en un rango de 150 a 250 kg/m<sup>3</sup>. Usaremos una densidad 0.2 tn/m<sup>3</sup> para nuestro calculo.

Cálculo de volumen de Silo

Volumen (m<sup>3</sup>) = Masa (tn)/ Densidad (tn/m<sup>3</sup>)

$$V(m^3) = \frac{44 \frac{tn}{día}}{0.2 \frac{tn}{m^3}}$$



**Volumen (m<sup>3</sup>) = 220 m<sup>3</sup>/día**

**Volumen necesario para seis meses de producción:** 150 días\* 220m<sup>3</sup>/día = 33000 m<sup>3</sup>.

Si sobredimensionamos en un 15% necesitamos un volumen de silo 40.000m<sup>3</sup> para seis meses de trabajo.

Entonces si tomamos un galpón con dimensiones aproximadas de 30 m de ancho, 100m de largo y 15 m de alto podría ser adecuado para almacenar 40,000 m<sup>3</sup> de bagazo de caña de azúcar teniendo un volumen total de 45.000 m<sup>3</sup> el cual me da lugar para poder operar dentro del mismo con distintos equipos.

Necesitamos un Silo con los siguientes requerimientos:

1. **Estructura metálica reforzada**
2. **Recubrimiento con chapa galvanizada**
3. **Sistema de ventilación**
4. **Sistemas de control de humedad**
5. **Piso de concreto reforzado**
6. **Sistema contra incendios**
7. **Accesos amplios y puertas corredizas**
8. **Sistema de iluminación y eléctrico**

El valor para construir un silo de estas características tiene un valor de \$325 USD/m<sup>2</sup>.



Figura: 30 Silo de almacenamiento

**El valor total para nuestro silo de almacenamiento =  $\$325 \text{ USD/m}^2 \cdot 2700 \text{m}^2 = \text{USD } \$877.500$**

### 7.1.1 MOLIENDA DE BAGAZO

La molienda del bagazo de caña de azúcar es una etapa fundamental para la obtención de celulosa debido a su impacto en el rendimiento y eficiencia del proceso de pulpeo. Las condiciones de molienda adecuadas y la reducción del tamaño de partícula del bagazo mejoran la accesibilidad de la celulosa, facilitando su extracción y posterior tratamiento en procesos industriales.

Equipos como molinos de martillos son comunes en el procesamiento de bagazo, ya que permiten controlar el tamaño de partícula y ajustarse al tipo de fibra del material. La velocidad de rotación debe ajustarse para evitar una molienda excesiva que podría dañar la estructura de la celulosa.

MOLINOBAGAZO	
MARCA	JNGB
MODELO	GXP65*100
REFERENCIA PROCESO	MOLINO BA
CAPACIDAD	3500 Kg/h
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	9m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$7.800 USD

Tabla: 27 Características del molino, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor



Figura: 31 Equipo de molienda

## 7.1.2 LAVADOR DE BAGAZO

Este lavado preliminar ayuda a remover impurezas no deseadas, tales como arena, tierra, restos vegetales, y otras partículas que se adhieren al bagazo durante su recolección y procesamiento inicial. Estas impurezas pueden interferir en las etapas de pulpeo y afectarán la calidad de la celulosa extraída si no son eliminadas previamente.

LAVADORBAGAZO	
MARCA	Zhengzhou Havery Machinery Technology Co., Ltd.
MODELO	HDF6000
MATERIAL	Acero inoxidable 304
CANTIDAD DE BAGAZO	3000 Kg/h
TEMPERATURA	Temp amb
ÁREA OCUPADA MATERIAL	6 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$9.600 USD

Tabla: 28 Características del lavador de bagazo, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor



Figura: 32 Equipo de lavado

### 7.1.3 SECADO

El secado del bagazo de caña de azúcar después de la etapa de molienda en húmedo es fundamental para reducir la humedad residual del 60% al 10% y facilitar su uso en procesos posteriores.

Antes del secado térmico, es común drenar el exceso de agua utilizando sistemas de rodillos para reducir el contenido de humedad inicial de 60% al 40%, lo cual disminuye el consumo energético en la etapa de secado térmico.

RODILLOS	
MARCA	Luohe Quality
MODELO	QT-5T
MATERIAL	Acero inoxidable 304
CANTIDAD DE BAGAZO	5000 Kg/h
TEMPERATURA	Temp amb
ÁREA OCUPADA MATERIAL	6 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	2
COSTO TOTAL	\$12.000 USD

Tabla: 29 Características del secador, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor



Figura: 33 Equipo de secado extractora-exprimidor.

Una vez drenado, el bagazo se introduce en un secador instantáneo de lecho fluido. En general se recomienda un rango de temperatura entre de 100°C y 130 °C para evitar la degradación de las fibras de celulosa. La velocidad de flujo de aire y el tiempo de residencia también se ajustan para alcanzar un nivel de humedad deseado, generalmente inferior al 10%.

Una temperatura de 120°C es una temperatura adecuada porque nos asegura no afectar la estructura química de la celulosa. Esta temperatura ayuda a acelerar el proceso de secado y se necesita menos cantidad de aire para eliminar la humedad.

Una vez lavada la materia prima se secará en un secador marca ShengYu, modelo XSG-10 con una capacidad de evaporación de 360 kg/h de agua, asegurando el secado con

una humedad máxima del 60% de 2645.5 Kg/h de bagazo considerando que debe quedar con 10% de humedad para proceso.

- Temperatura de operación: 120°C
- Presión: 1 atm
- Capacidad de evaporación: 650 Kg/h

SECADOR	
MARCA	ShengYu
MODELO	XSG-16
REFERENCIA PROCESO	SECADOR01
CAPACIDAD EVAPORACIÓN	1000 Kg/h
TEMPERATURA	25-130
ÁREA OCUPADA MATERIAL	55 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$25.300 USD

*Tabla: 30 Características del secador, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor*



*Figura: 34 Equipo de secado instantáneo XSG-10*

### 7.1.4 DIGESTOR CONTINUO

Los digestores continuos para el procesamiento de bagazo de caña de azúcar son equipos esenciales en la industria de la celulosa y papel. Su función principal es tratar químicamente el bagazo para eliminar componentes no deseados, como lignina y hemicelulosa, y así aislar la celulosa. Este proceso se realiza mediante la aplicación de calor y agentes químicos (como hidróxido de sodio) en condiciones controladas.

Digestor de Tornillo Sin Fin:

- En este tipo de digestor, el bagazo es movido a través de un tornillo sin fin que lo transporta de una zona a otra. La reacción química ocurre mientras el material avanza.
- Es ideal para plantas de menor capacidad, ya que su diseño es más compacto y requiere menos espacio.
- La velocidad del tornillo puede ajustarse para controlar el tiempo de residencia del bagazo.

DIGESTOR	
MARCA	FJLIME
MODELO	FJE65B
MATERIAL	Acero inoxidable 304
PRESIÓN DE DISEÑO	50 bar
Volumen	85 m <sup>3</sup>
ÁREA OCUPADA MATERIAL	50 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$500.000 USD

Tabla: 31 Características del Digestor, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor



Figura: 35 Digestor

### 7.1.5 Reactor (DRUVATHERM® REACTOR DVT)

En lo respectivo a la tecnología a emplear para producir carboximetilcelulosa de sodio, la elección es de reactores de la firma LOEDIGE.

LOEDIGE es una empresa alemana con más de 50 años de experiencia en el desarrollo e investigación de equipos para la producción de polímeros con especial foco en la producción de ésteres a partir de celulosa.

Bajo esa premisa la elección es la línea de reactores DRUVA THERM (DVT).

El funcionamiento de los reactores DRUVATHERM es por lotes. Los elementos se mezclan en ellos a alta velocidad forzando el contacto frecuente entre los reactivos y el contacto intensivo con la pared del tambor calentado o enfriado. De esta forma, las reacciones tanto homogéneas como fases heterogéneas pueden llevarse a cabo en cualquier combinación de sólido/líquido/gaseoso, por lo que el espectro de la consistencia del producto puede ser líquida, pastosa, grumosa o Incluso fluir libremente.

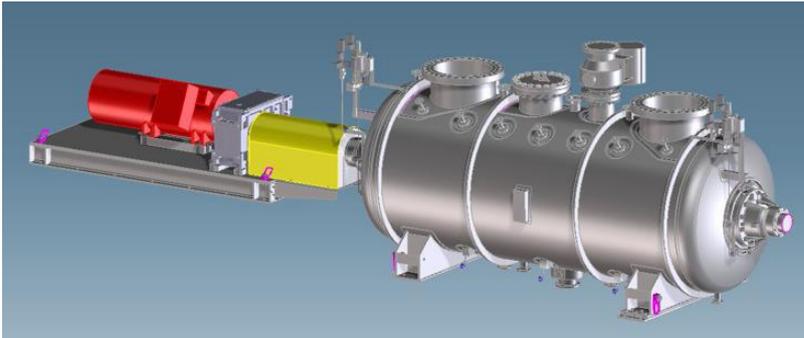


Figura: 36 Reactor DRUVATHERM CMC

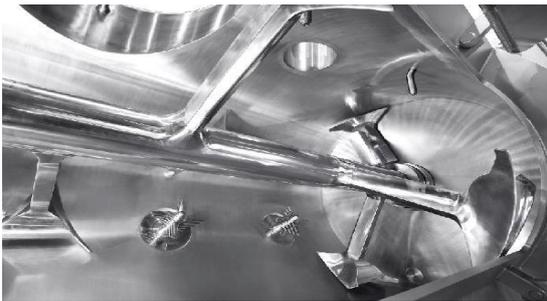


Figura: 37 Interior del reactor DRUVATHERM CMC

VENTAJAS
Alta velocidad de mezcla de reactivos Eliminación de sobre concentración localizada gracias a la tecnología Chopper Eliminación de gradientes de temperatura focales. Optimización de reacciones químicas Posibilidad de procesos multifase (reacción, calentamiento, secado, granulación, enfriamiento) Posee una chaqueta cilíndrica para regulación de la temperatura.
OPCIONES QUE OFRECE
Variador de velocidad mediante una unidad motriz hidrostática Rango de presiones de operación hasta 50 bar Rango de temperatura hasta 650°C Posee un cigüeñal de alto torque sellado

Tabla: 32 Ventajas del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

### Sizes

Model DVT	Motor Power (kW)		Model DVT	Motor Power (kW)	
	from	up to		from	up to
5	0,75	0,75	6300	37	315
20	1,3	3,5	8000	45	400
50	2,2	7,5	10000	55	400
130	5,5	22	12500	55	400
300	5,5	30	16000	75	400
800	7,5	55	20000	90	500
1250	7,5	90	25000	90	500
2000	11	110	30000	110	600
3000	15	200	40000	300	800
4000	22	250	50000	400	1000

Tabla: 33 Medidas del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

Reactor	
MARCA	DRUVATHERM ® REACTOR DVT
MODELO	DTV20000
MATERIAL	Acero inoxidable 304
PRESIÓN DE DISEÑO	50 bar
Volumen	20 m3
ÁREA OCUPADA MATERIAL	35 m2
CANTIDAD	2
COSTO TOTAL	\$4.080.000 USD

Tabla: 34 Características del reactor DRUVATHERM CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

## 7.1.6 Recuperador de solvente (CGT® RECUPERADOR/ GRANULADOR)

El secador DRUVATHERM® CGT también es tecnología LOEDIGE y está diseñado para operación continua. La característica especial de este secador es, además de la operación continua, la posibilidad de combinar convección y secado por contacto (secado por aireación). Debido al prolongado tiempo de residencia, los productos se pueden secar a bajas temperaturas para protegerlos. Al mismo tiempo se puede obtener una granulación excelente.

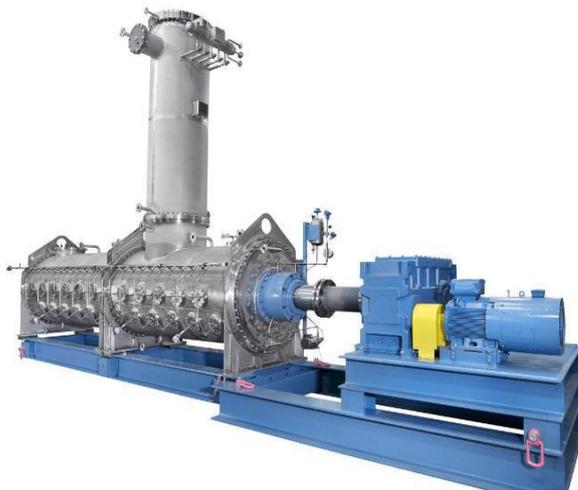


Figura: 38 Recuperador de solvente.

VENTAJAS
Combinación de convección y conducción para secado
Proceso a bajas temperaturas, reducción de costos de servicio.
Tratamiento cuidado de producto
Granulación de producto al mismo tiempo que seca y recupera solvente.
Calidad de producto replicable
Máxima homogeneidad del producto final.
Tiempo de residencia / mezcla entre 25 y 60 segundos.
Proceso de granulación en 3 a 6 minutos.
Concepto de mezclador de bajo mantenimiento.
Múltiple acondicionamiento del sistema de operación
Disponibilidad de secado por stripping
RANGO DE APLICACIÓN
Producción de éter celulósico, enfriamiento y granulación de CMC.
Stripping y secado de polisacáridos contenidos en solventes.
Secado de productos químicos y fibras.
Producción de goma guar y derivado de tamarindos
Secado de lodos, sobrantes de reacción.

Figura: 39 Ventajas de Recuperador de solvente, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor.

RECUPERADOR DE SOLVENTE	
MARCA	DRUVATHERM <sup>®</sup> REACTOR DVT
MODELO	DTV20
MATERIAL	Acero inoxidable 304
PRESIÓN DE DISEÑO	50 bar
Volumen	20 m <sup>3</sup>
ÁREA OCUPADA MATERIAL	35 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	2
COSTO TOTAL	\$500.000 USD

*Tabla: 35 Características del Recuperador de solvente, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor*

### 7.1.7 MOLINO CMC

La molienda de CMC requiere un control de temperatura para evitar la degradación térmica del producto. Idealmente, la temperatura debe mantenerse por debajo de 40°C durante la molienda para conservar las propiedades de la CMC.

La humedad relativa del producto debe estar en el rango de 5-10% antes de la molienda para evitar la aglomeración y asegurar una molienda eficiente.

Un tamaño de partícula adecuado es crítico para la funcionalidad de la CMC en sus aplicaciones. En la aplicación en lodos de perforación un tamaño de partícula pequeño permite una disolución rápida y una viscosidad uniforme, lo cual es importante para la textura y estabilidad del fluido.

MOLINO CMC SODICA	
MARCA	VEST
MODELO	HGM 80
N° MALLA	150-3000
REFERENCIA PROCESO	MOLINO CMC
CAPACIDAD	500-5000 Kg/h
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	55,6 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$22.200 USD

*Tabla: 36 Características del molino CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor*



Figura: 40 Molino de CMC.

### 7.1.8 Silos para Celulosa

Un silo para almacenar celulosa debe garantizar la conservación del material en condiciones óptimas de seguridad, manteniendo su calidad y evitando la degradación. La celulosa, al ser un material fibroso y seco, es susceptible a la humedad, la contaminación y el riesgo de incendios, por lo que el diseño del silo debe estar orientado a prevenir estos factores. Se construyen de Acero Inoxidable o Acero Galvanizado estos materiales nos evitan problemas de corrosión y protegen la celulosa de la humedad exterior. Para un silo destinado a almacenamiento a largo plazo, el acero galvanizado es una opción común.

Vamos a tomar como calculo para determinar el volumen de almacenamiento el total consumido por los reactores DRUVATHERM durante un día de operación. Por el cual el flujo de celulosa que obtenemos de las etapas anteriores es de 1241.3 Kg/h.

Teniendo en cuenta que la densidad de la celulosa en las condiciones obtenidas del proceso es de 1.55Kg/L.

Entonces el volumen en m<sup>3</sup> nuestros silos de almacenamiento es: (1241,3 Kg/h x 24h) /1,55 Kg/L

Volumen total: 19.22m<sup>3</sup>+15%= 22m<sup>3</sup>



Figura: 41 Silo de CMC

SILO CELULOSA	
MARCA	Yuyun Sanhe
MODELO	SH-2750-4
REFERENCIA PROCESO	SILOCEL
CAPACIDAD M3	25,5
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	5,93 m2
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$1,150 USD

Tabla: 37 Características del Silo de CMC, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

## 7.1.9 TANQUES PARA HIDRÓXIDO DE SÓDIO y ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO

El almacenamiento de hidróxido de sodio (NaOH) y ácido monocloroacético (MCA), especialmente en grandes cantidades, debe realizarse en tanques diseñados específicamente para este fin, dado que son sustancias altamente corrosivas y

reactivas. A continuación, se detallan algunas consideraciones clave para seleccionar un tanque adecuado

- Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (FRP): Este es uno de los materiales más comunes, ya que ofrece alta resistencia a la corrosión. Los tanques FRP son ideales para líquidos cáusticos como el NaOH y ácido MCA y son más livianos que los de acero inoxidable.
- Los tanques deben contar con un revestimiento interno resistente a productos cáusticos. Los revestimientos como epoxi o polietileno ayudan a prevenir la corrosión y la degradación del material.
- El hidróxido de sodio puede generar calor durante su disolución en agua, por lo que los tanques deben ser capaces de resistir el aumento de temperatura, sin comprometer la integridad estructural del material.
- Válvulas de Seguridad: Son fundamentales para liberar presión en caso de sobrepresión interna, lo cual es crítico en el almacenamiento de sustancias corrosivas.
- Medidores de Nivel: Son necesarios para monitorear el volumen de hidróxido de sodio en el tanque y evitar desbordes.



Tabla: 38 Tanques de Hidróxido de Sodio y Ácido MCA

TANQUES DE HIDROXIDO 55%	
MARCA	Shengrun frp
MODELO	FRP Chemical Storage Tanks
REFERENCIA PROCESO	TANQUES NAOH 55%
CAPACIDAD M3	25
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	4,5 m2
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$1.300 USD

TANQUES DE HIDROXIDO 6,5%	
MARCA	Shengrun frp
MODELO	FRP Chemical Storage Tanks
REFERENCIA PROCESO	TANQUES NAOH 6,5%
CAPACIDAD M3	200
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	5 m2
CANTIDAD	2
COSTO TOTAL	\$2.800 USD

Tabla: 39 Características tanques de hidróxido de sodio, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

TANQUES DE AMCA	
MARCA	Shengrun frp
MODELO	FRP Chemical Storage Tanks
REFERENCIA PROCESO	TANQUES AMCA
CAPACIDAD M3	20
TEMPERATURA °C	25-30
ÁREA OCUPADA MATERIAL	5 m2
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$1,230 USD

Tabla: 40 Características de tanques de AMCA, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

## EQUIPOS AUXILIARES

Ya hemos nombrado a los equipos principales que intervienen en la producción de CMC. A los equipos complementarios no hay que desestimarlos sólo por ser menos complejos, sino que son imprescindibles para nuestra operación. Podremos visualizarlos en el detalle en el siguiente capítulo donde se esquematiza el diagrama de flujo del proceso productivo.

### Servicios generales

Para el correcto funcionamiento de una industria es muy importante la existencia de servicios auxiliares, siendo los más relevantes: generación de calor, de frío, de energía eléctrica, de aire comprimido y tratamiento del agua de proceso y residuales.

## CALDERA

En la planta se colocará una caldera para el funcionamiento de diversos equipos en el proceso de producción.

Estas unidades modernas se entregan prenotadas sobre una base de perfiles que también alberga los componentes auxiliares como bombas de agua estaciones de control y de gas natural. Esto facilita la instalación de la caldera que se realiza de manera rápida y sencilla simplemente colocándola sobre la base de hormigón y conectando los componentes necesarios para el vapor como agua y alimentación de gas natural.



Tabla: 41 Caldera

CALDERA	
MARCA	VR Ingeniería
MODELO	VR3+ECO
REFERENCIA PROCESO	-
CAPACIDAD MAXIMA	25000 Kg/h
P de trabajo	6 Kg/cm <sup>2</sup>
ÁREA OCUPADA MATERIAL	18 m <sup>2</sup>
CANTIDAD	1
COSTO TOTAL	\$150,000 USD

Tabla: 42 Características CALDERA, Fuente: Elaboración propia en base a datos del proveedor

## BOMBAS

Las bombas centrífugas son uno de los tipos de bombas más utilizados en la industria debido a su eficiencia, simplicidad en el diseño y versatilidad. Son empleadas



principalmente para mover líquidos, aunque también pueden ser usadas para suspensiones y fluidos viscosos, dependiendo de las características del sistema.

Se eligen debido a su bajo costo, posibilidad de construcción con materias adecuados y versatilidad. Las bombas de la planta se duplican por seguridad debido a que son equipos de relativo bajo costo y fundamentales en el funcionamiento de la planta

## **TUBERIAS**

Las tuberías industriales son componentes fundamentales en la infraestructura ya que permiten el transporte de líquidos, gases, vapores y otros fluidos de un punto a otro. Las características y el diseño de estas tuberías varían según la aplicación, el tipo de fluido transportado y las condiciones operativas. Teniendo en cuenta que es un estudio de prefactibilidad no se realiza el cálculo de las cantidades exactas de cada tipo de dimensión de tubería

## **CONCLUSIÓN**

A través de la evaluación de la elección de la tecnología de producción observamos que depende de varios factores, incluyendo la fuente de celulosa, las propiedades deseadas del producto final y la eficiencia del proceso. La combinación de procesos químicos de carboximetilación, pretratamiento adecuado de la celulosa y tecnologías avanzadas de mezcla y secado permite la producción de CMC de alta calidad y eficiencia. Estas tecnologías no solo optimizan la producción en términos de costos y tiempos, sino que también permiten la personalización de las propiedades de la CMC para diversas aplicaciones, como productos farmacéuticos hasta su uso en la industria.

A medida que la demanda de CMC sigue creciendo, se espera que las tecnologías de producción se sigan perfeccionando para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia del proceso. Se prioriza la selección de un equipo flexible, con la capacidad de adoptarse a posibles cambios de la demanda como principal criterio para la elección.



## CAPÍTULO N ° 8: INGENIERÍA DE GESTIÓN

### INTRODUCCIÓN

Una empresa es un sistema organizado que lleva a cabo actividades económicas. Para que funcione de manera efectiva, necesita contar con una estructura sólida que la respalde y fortalezca.

La estructura de una empresa es básicamente un plan que organiza las diferentes tareas, actividades y procesos para facilitar la comunicación y coordinación entre sus partes. También establece quien tiene autoridad y quien toma decisiones importantes en la empresa, todo con el propósito de ayudar a la organización a alcanzar sus objetivos.

El objetivo de este capítulo es proporcionar criterios analíticos que permitan abordar de manera eficaz la evaluación de los aspectos organizativos de un proyecto, los procedimientos administrativos y como afectan los resultados económicos.

### PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN

La estructura organizativa de una empresa se configura de acuerdo con una serie de principios entre los que se pueden destacar:

1. Separación de funciones de la empresa.
2. Creación de subdivisiones lógicas en las funciones de trabajo para evitar superposiciones y garantizar que cada individuo reciba instrucciones de una sola fuente.
3. Especificación clara de cada tarea directiva en todos los niveles de la dirección, con el fin de evitar la responsabilidad compartida.
4. Delegación apropiada de la autoridad a cada miembro del equipo directivo de acuerdo con su posición jerárquica.
5. Selección cuidadosa del candidato más adecuado para cada puesto en todos los niveles de la estructura.

Estos principios son fundamentales para establecer una organización efectiva y eficiente en una empresa.

### ORGANIGRAMA

La estructuración y organización de una empresa desempeña un papel esencial, ya que facilita el establecimiento de una organización eficaz y bien definida para supervisar las actividades y labores necesarias para alcanzar los objetivos establecidos. Una vía para conseguir esta organización es mediante el empleo de un organigrama.

El organigrama de una empresa constituye una herramienta de gestión esencial que exhibe la jerarquía estructural, indicando la división de los distintos departamentos, las áreas funcionales y las interrelaciones de dependencia entre ellos.

Requisitos fundamentales:

- La estructura organizativa debe estar basada en funciones y no en personas individuales.
- Las funciones que están estrechamente relacionadas deben agruparse bajo una misma categoría o título.
- Es posible combinar ciertas responsabilidades con otras que estén estrechamente relacionadas, de manera que cada conjunto pueda ser supervisado por una sola persona.
- No se deben realizar nombramientos que permitan la superposición de autoridad y conflictos entre dos individuos.

En el organigrama que se visualiza en la imagen 8.1 están detalladas todas las funciones que se llevarán a cabo dentro de la empresa, por lo que en el apartado de fichas de función también estarán cada una de ellas a excepción del personal tercerizado.

Dentro del esquema de organización de la empresa no se consideran servicios esenciales como salud, limpieza, higiene y seguridad, comedor y seguridad. Esto se debe a que dichos servicios serán tercerizados por la empresa, por lo cual no formarán parte de la planta de personal de la empresa.

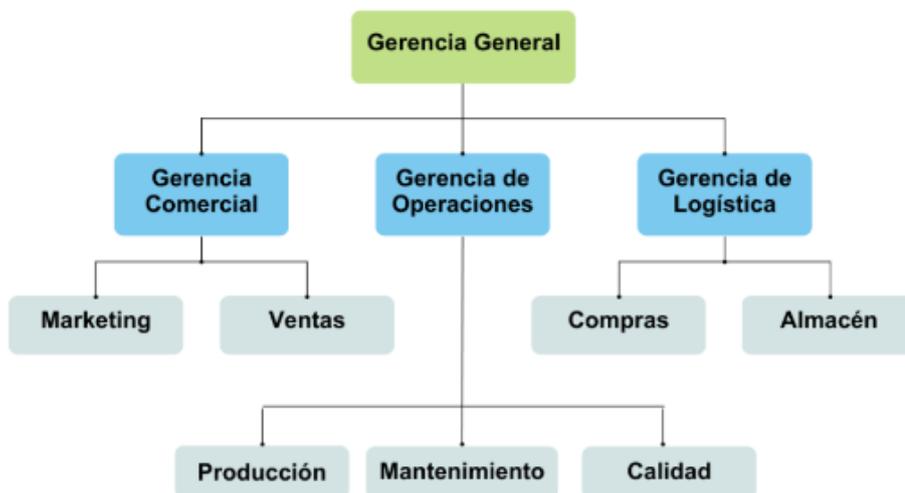


Figura: 42 Organigrama de la empresa, Fuente: Elaboración propia



## FICHAS DE FUNCIÓN

Para los distintos puestos se establecerán las distintas tareas a realizar, perfiles de puesto y las líneas de mando, definidas anteriormente en el organigrama.

### Gerencia

#### Gerente general

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Gerencia General
SECTOR	Gerencia General
FUNCIÓN	Gerente General
SUPERVISAR A	Gerencia de Operaciones, Comercial y Logística y Almacén
DEBERES	
Liderar la gestión estratégica. Liderar la formulación y aplicación del plan de negocios. Alinear las distintas gerencias. Definir políticas generales de administración. Identificar nuevas oportunidades de negocio. Representar a la empresa ante los clientes, proveedores, socios y la comunidad en general. Desarrollar y mantener relaciones político-diplomáticas con autoridades y reguladores.	
PERFIL DEL PUESTO	
Título universitario en Administración de Empresas, finanzas o afines. Capacidad y experiencia en liderazgo empresarial. Experiencia en gestión financiera. Conocimiento avanzado en idioma inglés. Habilidades de comunicación y relaciones interpersonales.	

Figura: 43 Ficha de función Gerente general, Fuente: Elaboración propia.

#### Gerente de operaciones:

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Gerencia de Operaciones
SECTOR	Gerencia de Operaciones
FUNCIÓN	Gerente de Operaciones
SUPERVISADO POR	Gerente General
SUPERVISAR A	Jefes de Producción, Mantenimiento y Calidad
DEBERES	
Supervisar los procesos de producción asegurando calidad del trabajo y seguridad del personal. Gestionar recursos materiales y recursos humanos. Diseñar mejoras en el proceso.	



Planificar y supervisar el trabajo de los distintos operarios.
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>
Título universitario en Ingeniero de Procesos. Capacidad de Trabajo en Equipo y Liderazgo Capacidad de análisis Conocimientos en informática y tecnología de la información.

Figura: 44 Ficha de función Gerente de operaciones, Fuente: Elaboración propia.

### Gerente comercial

FICHA DE FUNCIÓN	
<b>ÁREA</b>	Gerencia Comercial
<b>SECTOR</b>	Gerencia Comercial
<b>FUNCIÓN</b>	Gerente Comercial
<b>SUPERVISADO POR</b>	Gerente General
<b>SUPERVISAR A</b>	Jefe de Marketing y Ventas
<b>REPORTAR A</b>	Marketing y Ventas
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
DEBERES	
Diseñar la estrategia comercial de ventas para la empresa. Establecer las políticas de ventas, mantención y captación de nuevos clientes. Capacitar y evaluar el personal a su cargo. Identificar las estrategias de los competidores. Establecer la política de precios justos en operaciones y marketing.	
PERFIL DEL PUESTO	
Licenciado en Administración Comercial o afines. Conocimiento de leyes, normas y reglamentos que rigen los procesos administrativos. Habilidades para desarrollar métodos y procedimientos de trabajo Capacidad de liderazgo y trabajo en equipo.	

Figura: 45 Ficha de función Gerente comercial, Fuente: Elaboración propia

### Gerente de logística

FICHA DE FUNCIÓN	
<b>ÁREA</b>	Gerencia de Logística
<b>SECTOR</b>	Gerencia de Logística
<b>FUNCIÓN</b>	Gerente de Logística
<b>SUPERVISADO POR</b>	Gerente General
<b>SUPERVISAR A</b>	Jefe de Compras y Almacén
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
DEBERES	



<p>Asegurar los procesos de distribución, bajo los estándares requeridos.          Supervisar las solicitudes que se le realizan a compras.          Analizar con el Jefe de Producción el flujo, distribución y consumo de la materia prima.          Controlar el stock y la calidad de los productos.          Analizar y definir eficientemente las rutas de despacho de los productos.          Cumplir con la coordinación diaria, semanal y mensual.          Realizar el seguimiento de los productos despachados.          Velar por la entrega oportuna de los productos solicitados por los clientes.</p>
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>
<p>Licenciado en Administración Comercial o afines.          Conocimientos en procesos administrativos, gestión de logística y almacén.          Conocimiento avanzado en tecnologías de la información.          Habilidad de liderazgo, visión de negocio y trabajo en equipo.</p>

Figura: 46 Ficha de función Gerente de logística, Fuente: Elaboración propia

## Gerencia de operaciones

### Departamento de producción

#### Jefe de producción

<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>ÁREA</b>	<b>Operaciones</b>
<b>SECTOR</b>	<b>Producción</b>
<b>FUNCIÓN</b>	<b>Jefe de Producción</b>
<b>SUPERVISADO POR</b>	<b>Gerente de Operaciones</b>
<b>SUPERVISAR A</b>	Operarios
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
<p>Controlar la producción con niveles máximos de calidad.          Supervisar las funciones de los operarios.          Recopilar información de la producción actual y elaborar los reportes correspondientes.          Balancear las operaciones en las líneas de producción.          Verificar asistencia del personal a su cargo          Participar en el desarrollo de nuevos productos o mejoras en los productos existentes, en coordinación con otras áreas de la empresa.</p>	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
<p>Título de Ingeniería de Procesos o afines.          Conocimiento en sistemas de producción y mejora continua.          Gran capacidad de liderazgo, motivación y trabajo en equipo.          Conocimientos en normas de calidad y seguridad en el trabajo.          Habilidad para proponer soluciones a problemas.</p>	

Figura: 47 Ficha de función jefe de producción, Fuente: Elaboración propia

## Operarios



<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>ÁREA</b>	<b>Operaciones</b>
<b>SECTOR</b>	<b>Producción</b>
<b>FUNCIÓN</b>	<b>Operario</b>
<b>SUPERVISADO POR</b>	<b>Jefe de Producción</b>
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
<p>Controlar el proceso para garantizar la calidad del producto y cumplir con los estándares. Llevar a cabo controles de calidad. Llevar registros y documentación diaria acerca de cantidad de materia prima utilizada, tiempos de producción, controles de calidad, etc. Mantener el orden y la limpieza en la planta de producción Cumplir con las normas de seguridad.</p>	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
<p>Educación secundaria completa. Capacidad para seguir instrucciones. Criterio para análisis de resultados. Habilidad de trabajo en equipo y predisposición.</p>	

Figura: 48 Ficha de función Operarios, Fuente: Elaboración propia

## Departamento de mantenimiento

### Jefe de mantenimiento

<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>ÁREA</b>	<b>Operaciones</b>
<b>SECTOR</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>FUNCIÓN</b>	<b>Jefe de Mantenimiento</b>
<b>SUPERVISADO POR</b>	<b>Gerente de Operaciones</b>
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
<p>Planificar, organizar, dirigir y controlar el mantenimiento de las instalaciones. Planificar, presupuestar y supervisar los trabajos que se realicen con talleres externos. Determinar las necesidades de materiales necesarios para cumplir con las funciones. Realizar informes de estadísticas de fallas ocurridas a los equipos. Autorizar las solicitudes de compra para adquisición de repuestos, verificando los más idóneos.</p>	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
<p>Técnico con conocimientos mecánicos y de funcionamiento de los equipos productivos y automatización industrial; planos eléctricos y mecánicos; mantenimiento preventivo y predictivo.</p>	

Figura: 49 Ficha de función jefe de mantenimiento, Fuente: Elaboración propia.



### Técnico en mantenimiento

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Operaciones
SECTOR	Mantenimiento
FUNCIÓN	Técnico de Mantenimiento
SUPERVISADO POR	Jefe de Mantenimiento
CATEGORÍA	Fuera del CCT
DEBERES	
<p>Realizar inspecciones regulares de equipos y sistemas para identificar problemas o desgaste.</p> <p>Realizar mantenimiento preventivo según el programa establecido.</p> <p>Diagnosticar y solucionar problemas mecánicos, eléctricos o de otro tipo en equipos y maquinaria.</p> <p>Realizar reparaciones y sustituciones de componentes defectuosos o desgastados.</p> <p>Mantener registros precisos de las actividades de mantenimiento.</p> <p>Cumplir con las normas de seguridad en todas las actividades de mantenimiento.</p>	
PERFIL DEL PUESTO	
<p>Técnico con conocimientos mecánicos y eléctricos.</p> <p>Formación técnica en mantenimiento industrial</p> <p>Destreza para el uso de herramientas manuales y equipos de mantenimiento.</p> <p>Capacidad de trabajar de manera efectiva en un entorno de equipo.</p>	

Figura: 50 Ficha de función Técnico de mantenimiento, Fuente: Elaboración propia.

### Departamento de calidad

#### Jefe de calidad

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Operaciones
SECTOR	Calidad
FUNCIÓN	Jefe de Calidad
SUPERVISADO POR	Gerente de Operaciones
CATEGORÍA	Fuera del CCT
DEBERES	
<p>Garantizar el cumplimiento de las metas programadas para el sistema de calidad.</p> <p>Controlar la ejecución del programa de inspecciones, auditorías y ensayos.</p> <p>Ejecutar y llevar el seguimiento de programas de gestión ambiental de la empresa.</p> <p>Coordinar y trabajar en conjunto con otros departamentos para asegurar el cumplimiento.</p> <p>Realizar auditorías internas y externas para evaluar el desempeño del sistema de gestión de calidad</p> <p>Realizar los reclamos a proveedores, manteniendo informado a los sectores involucrados.</p>	
PERFIL DEL PUESTO	
<p>Título de Ingeniero Industrial, Administración de Empresas o afines.</p>	



FICHA DE FUNCIÓN
<p>Conocimiento y experiencia previa en la implementación de sistemas de gestión de calidad Habilidad de liderazgo y motivación. Capacidad para identificar y resolver problemas. Habilidad de comunicación.</p>

Figura: 51 Ficha de función jefe de calidad, Fuente: Elaboración propia.

### Inspector de calidad

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Operaciones
SECTOR	Calidad
FUNCIÓN	Inspector de Calidad
SUPERVISADO POR	Jefe de Calidad
CATEGORÍA	Fuera del CCT
DEBERES	
<p>Realizar inspecciones y pruebas de calidad en productos finales, y materias primas. Identificar y documentar cualquier defecto, no conformidad o problema de calidad encontrado durante las inspecciones. Colaborar con los departamentos de producción y mantenimiento para abordar y corregir los problemas de calidad detectados. Participar en la revisión de procedimientos de control de calidad y especificaciones técnicas. Mantener y calibrar equipos de prueba y medición según sea necesario.</p>	
PERFIL DEL PUESTO	
<p>Formación técnica o certificación en control de calidad. Experiencia previa en inspección de calidad es deseable. Conocimientos básicos de normas de calidad y métodos de inspección. Habilidades de observación, atención al detalle y capacidad para seguir procedimientos rigurosos. Habilidades de comunicación efectiva para informar sobre los resultados de las inspecciones.. Capacidad para trabajar en colaboración con otros miembros del equipo de control de calidad.</p>	

Figura: 52 Ficha de función inspector de calidad, Fuente: Elaboración propia.

### Gerencia comercial

#### Departamento de marketing

#### Jefe de Marketing

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Comercial
SECTOR	Marketing
FUNCIÓN	Jefe de Marketing
SUPERVISADO POR	Gerente Comercial



<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
Establecer metas y objetivos de mercado de la empresa. Coordinar acciones para mejorar el conocimiento de la marca en el mercado. Identificar las necesidades de los clientes y las oportunidades de crecimiento. Gestión del presupuesto de marketing. Definir e implementar políticas y procedimientos de ventas.	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
Licenciatura en Marketing o carreras afines. Habilidades de comunicación y presentación. Creatividad e innovación para desarrollar nuevas ideas y enfoques. Capacidad para trabajar en equipo y colaborar con otros departamentos. Habilidades administrativas.	

Figura: 53 Ficha de función jefe de Marketing, Fuente: Elaboración propia.

## Departamento de ventas

### Jefe de ventas

<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>ÁREA</b>	Comercial
<b>SECTOR</b>	Ventas
<b>FUNCIÓN</b>	Jefe de Ventas
<b>SUPERVISADO POR</b>	Gerente Comercial
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
Definir planes y presupuestos de ventas. Establecer metas y objetivos de mercado en la empresa Aumentar el nivel de fidelización de los clientes a través de buenas prácticas de atención al cliente. Identificar y desarrollar oportunidades de ventas y negocios. Trabajar en conjunto con el dpto. de marketing para desarrollar nuevas estrategias de ventas Realizar y presentar informes de ventas al equipo de dirección.	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
Licenciatura en Administración de Empresas o Gestión de Negocios. Conocimientos en ventas, estrategias de marketing, atención al cliente. Capacidad de trabajar de manera independiente y en equipo. Excelentes habilidades de comunicación. -Conocimientos y habilidades informáticas.	

Figura: 54 Ficha de función jefe de ventas, Fuente: Elaboración propia.



## Gerencia de logística y almacenamiento

### Departamento de compras

#### Jefe de compras

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Logística y Almacenamiento
SECTOR	Compras
FUNCIÓN	Jefe de Compras
SUPERVISADO POR	Gerente de Logística y Almacenamiento
CATEGORÍA	Fuera del CCT
DEBERES	
<p>Suministrar a la empresa en tiempo y forma la materia prima necesaria. Realizar la búsqueda y negociación con proveedores. Participar en los controles de muestras para asegurar que reúnen las condiciones especificadas. Realizar la trazabilidad del producto una vez emitida la orden de compra. Analizar periódicamente los precios y calidad de las materias primas. Mantener actualizada la base de datos de proveedores y precios. Controlar los plazos de entrega, estado de los artículos, recepción y condiciones de las facturas y entrega de las mismas.</p>	
PERFIL DEL PUESTO	
<p>Licenciatura en Administración de Empresas o Ingeniería Industrial. -Conocimientos indispensables en compras, programas de office, y administración de recursos. Manejo del idioma inglés.</p>	

Figura: 55 Ficha de función jefe de compras, Fuente: Elaboración propia.

### Departamento de almacén

#### Jefe de almacén

FICHA DE FUNCIÓN	
ÁREA	Logística y Almacén
SECTOR	Almacén
FUNCIÓN	Jefe de Almacén
SUPERVISADO POR	Gerente de Logística y Almacén
CATEGORÍA	Fuera del CCT
DEBERES	
<p>Supervisar entrada y salida de mercancía y equipos del almacén. En caso de disconformidad con los productos solicitados, realizar el reclamo a Dpto de Compras. Supervisar los niveles de existencia de inventario de bienes y servicios. Mantener actualizado los sistemas de registros. Planificar la estrategia logística.</p>	

<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>
Codificar cada producto del almacén, clasificando materiales existentes y verificando compras primordiales.
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>
Licenciatura en Logística y Cadena de Suministro, Ingeniería Industrial, o afines. Conocimientos sobre almacenaje (sistema de inventario). - Conocimiento sobre computación, específicamente sobre Microsoft Office. Habilidad en trabajo en equipo y trabajo sobre presión. - Aptitudes: rapidez de decisión, habilidad expresiva, iniciativa, y comprensión lectora.

Figura: 56 Ficha de función jefe de almacén, Fuente: Elaboración propia.

### Asistente de almacén

<b>FICHA DE FUNCIÓN</b>	
<b>ÁREA</b>	Logística y Almacén
<b>SECTOR</b>	Almacén
<b>FUNCIÓN</b>	Asistente de Almacén
<b>SUPERVISADO POR</b>	Jefe de Almacén
<b>CATEGORÍA</b>	Fuera del CCT
<b>DEBERES</b>	
Registrar y llevar el control de materiales y equipos que ingresan y egresan del almacén. Colaborar en la realización de inventarios periódicos. Elaborar guías de despacho y órdenes de compras. Custodiar la mercancía existente en el almacén. Distribuir y movilizar materiales y equipos de la unidad.	
<b>PERFIL DEL PUESTO</b>	
Educación secundaria completa Habilidad para utilizar sistemas de inventario y software de gestión de almacén. Conocimientos básicos de seguridad en el manejo de materiales y equipo de almacén. Experiencia previa en trabajo de almacén deseable	

Figura: 57 Ficha de función asistente de almacén, Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO DE PUESTOS

Como se mencionó en el capítulo N°4 "Tamaño" la planta operará en tres turnos rotativos de 8 hs de manera continua y en consecuencia los turnos de todos los trabajadores serán de 8 horas. Esto comprende

Los puestos fijos serán:

Puesto	Puestos a cubrir	Turnos	Trabajadores necesarios
Gerente General	1	1	1
Asistente de contabilidad	1	1	1
<b>Gerencia de Operaciones</b>			
Gerente de Operaciones	1	1	1
<b>Operaciones</b>			
Jefe de producción	1	1	1
Operarios	6	3	18
<b>Mantenimiento</b>			
Jefe de mantenimiento	1	1	1
Técnicos de mantenimiento	1	3	3
<b>Calidad</b>			
Jefe de calidad	1	1	1
Inspector de calidad	1	3	3
<b>Gerencia comercial</b>			
Gerente comercial	1	1	1
<b>Marketing</b>			
Jefe de marketing	1	1	1
<b>Ventas</b>			
Jefe de ventas	1	1	1
Asistente de ventas	1	1	1
<b>Gerencia de logística</b>			
Gerente de logística	1	1	1
Ayudante de logística	1	3	3
<b>Compras</b>			
Jefe de compras	1	1	1
Asistente de compras	1	1	1
<b>Almacén</b>			
Jefe de almacén	1	1	1
Asistente de almacén	1	3	3
<b>Calderista</b>			
Calderista	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>		<b>45</b>

Figura: 58 Personal de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

El personal tercerizado será un responsable de Higiene y Seguridad que cumplirá las horas establecidas según la Ley Nacional de Higiene y Seguridad, además, una persona encargada de la Contabilidad y Cobranzas.

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CARGOS**

Los diferentes cargos predeterminados en la empresa fueron clasificados según las distintas categorías establecidas en el Convenio Colectivo de trabajo N°77/89. Este convenio de trabajo establece las condiciones de trabajo, beneficios sociales, sueldos y salarios, para el personal de las industrias químicas y petroquímicas, y es de aplicación en todo el territorio de la República Argentina sin la posibilidad de realizar reducciones salariales regionales.

En base a este convenio, se define la categorización del personal y se establecen las distintas escalas de los salarios básicos correspondientes a cada categoría.

### **CONSTITUCIÓN LEGAL DE LA EMPRESA**

Constituir legalmente la empresa, permite que ésta sea legalmente reconocida, que califique como sujeto de crédito, que pueda emitir comprobantes de pago, y que pueda

producir, comercializar y promocionar sus productos y/o servicios con autoridad y sin restricciones.

En Argentina, al formar una sociedad comercial se debe tener en cuenta la ley 19.550 “Ley de sociedades Comerciales”, donde incluye la descripción de las diferentes formas societarias y los beneficios y obligaciones que cada una genera en las partes intervinientes.

Se escogerá entre dos opciones: Sociedad Anónima y Sociedad de Responsabilidad Limitada. A continuación, se presentará un cuadro comparativo que analiza las diferencias entre ellas:

	Sociedad Anónima S.A	Sociedad de Responsabilidad Limitada S.R.L
<b>Capital</b>	Acciones	Cuotas sociales
<b>Cantidad de socios</b>	2 o más. Sin Límite	Mínimo 2 y no más de 50
<b>Responsabilidad Patrimonial de los socios</b>	Limitada a la integración de las acciones suscritas.	Limitada a la integración de las cuotas que adquieran.
<b>Nombre de la Sociedad</b>	Nombre fantasía o incluir el nombre de una o más personas físicas. Agregar siglas S.A	Debe incluir el nombre de uno o más socios junto con las siglas S.R.L
<b>¿Desde qué momento se realizan aportes?</b>	Desde la celebración de contrato. El capital puede ser inferior a \$12.000	Desde la celebración del contrato.
<b>¿Desde qué momento se realizan los aportes en efectivo?</b>	Debe integrarse no menos del 25% de los aportes comprometidos en el estatuto, mediante depósito en un banco oficial y completarse dentro de los años	
<b>Dirección y administración de la Sociedad</b>	La ejerce un Directorio, compuesto por uno o más directores designados por la asamblea de accionistas.	La ejerce la Gerencia formada por uno o más gerentes. Socios no.
<b>Cedencia de las participaciones en la sociedad</b>	La transmisión de las acciones es libre. El estatuto puede limitarlas, pero no prohibirlas.	Las cuotas son libremente transmisibles, salvo disposición contraria en el contrato, quien puede limitarla, pero no prohibir.
<b>Obligaciones sociales</b>	Están garantizadas por un capital determinado. Los socios están obligados sólo por el monto de su acción.	Están garantizadas por un capital determinado y limitado al monto de los aportes de cada socio.

Figura: 59 Diferencias entre S.A Y S.R.L, Fuente: servicios.infoleg.com.ar

Se selecciona la figura de Sociedad Anónima, porque tiene una estructura jurídica que la hace especialmente correcta para llevar a cabo todo tipo de empresas desde pequeñas hasta de gran magnitud. En situaciones donde las empresas trabajan con un gran volumen de negocio y capital, declararla Sociedad Anónima es lo más conveniente.

Una S.A es más adecuada para empresas más grandes y con necesidades de financiamiento más amplias. Una S.A permite la emisión de acciones, lo que facilita la



entrada de nuevos inversores y la obtención de capital en el mercado. Sin embargo, implica una mayor regulación y requisitos formales, como la publicación de estados financieros y la realización de asambleas de accionistas.

### DETERMINACIÓN DE MICRO, PEQUEÑA O MEDIANA EMPRESA.

La Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo del Ministerio de Economía de la Nación estableció nuevos parámetros para la categorización de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs). Lo hizo a través de la Resolución N° 30/2024 (SIYDP), publicada el 3 de abril de 2024 en el Boletín Oficial.

La norma establece nuevos valores para los parámetros de límites de ventas totales anuales, personal ocupado y valor de los activos, en función de los cuales las empresas pueden inscribirse en el Registro de Empresas MiPyMES y acceder al Certificado PYME y los beneficios que éste otorga.

Los nuevos parámetros quedaron establecidos así:

#### A. Límites de ventas totales anuales expresados en PESOS (\$)

Categoría	Construcción	Servicios	Comercio	Industria y minería	Agropecuario
Micro	208.401.000	91.494.000	599.483.000	435.869.000	316.630.000
Pequeña	1.236.557.000	551.596.000	4.270.323.000	3.256.865.000	1.166.340.000
Mediana tramo 1	6.899.145.000	4.565.365.000	20.297.829.000	23.180.330.000	6.863.946.000
Mediana tramo 2	10.347.579.000	6.520.009.000	28.997.100.000	46.835.799.000	10.886.680.000

Figura: 60 Categorización de Pymes 2024, Fuente: Nuevos parámetros para categorización de MiPyMES | Argentina.gob.ar

Para poder definir en qué categoría se encuentra nuestra empresa es necesario considerar conocer el valor en el mercado de nuestro producto.

Los datos considerados en distintas fuentes correspondientes al año 2024, estiman el precio de carboximetilcelulosa sódica con un valor aproximado de 3 dólares/kg

Para una producción de 6500 tn/año de CMC sabiendo el precio de la misma, podemos calcular los ingresos estimados por venta.

$$\text{Ventas totales estimadas} = 6500 \text{ tn/año} \times 3000 \text{ USD/tn} \times 988.75 \text{ \$/USD} = \$ 19.280.625.000$$

Como puede observarse, los ingresos estimados por venta, son menores para una empresa mediana tramo 1 en el sector industrial, por lo tanto, se trata de una empresa mediana.

Esto también se sustenta en la cantidad de empleados que trabajan en la empresa. Bajo este criterio, en general se consideran empresas medianas a aquellas con menos de 150 empleados. En caso de nuestro proyecto la cantidad de empleados es de 45 trabajadores.



## CONCLUSIÓN

Los principios de una organización son parte importante para cualquier empresa, dado que proporciona los lineamientos o las pautas de acción para que logren un desempeño eficiente con la coordinación adecuada de esfuerzos y actividades. Además, se logra reducir o eliminar por completo la duplicidad de esfuerzos, al asignar y determinar claramente las funciones y responsabilidades.

Hemos llegado a la conclusión de que la estructura societaria más adecuada es la sociedad anónima S.A. Esta elección se fundamenta porque tiene una estructura jurídica que la hace específicamente correcta para llevar a cabo todo tipo de empresas desde pequeñas hasta de gran magnitud.



## CAPÍTULO N ° 9: DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

### INTRODUCCIÓN

El diseño y distribución de planta nos permite obtener una disposición más ordenada de equipos, materias primas y producto terminado con el fin de optimizar tiempo y distancias de recorrido entre los distintos puntos de la empresa. Cuanto menor sea la distancia de recorrido, mayor será la eficacia de movimientos y de tiempos dentro de la empresa.

En este capítulo se definirá el área ocupada por cada sector de la planta, una vez obtenidas se determinará el área total requerida por la empresa.

Para este propósito, se seguirá la disposición de las máquinas conforme al flujo del proceso, considerando la posibilidad de futuras expansiones de la planta, sin descuidar la importancia primordial de la seguridad en este tipo de operaciones.

### DETERMINACIÓN DEL ÁREA TOTAL

El área total de la empresa está dividida en:

- Sector de almacenamiento de materia prima.
- Sector de producción.
- Sector de almacenamiento de producto final.
- Sector para el análisis de calidad.
- Sector de mantenimiento.
- Sector de oficinas administrativas.
- Sector de cocina-comedor.
- Sector de sanitarios con vestuarios.
- Sector de estacionamiento.

De esta manera el área total estimada es de **7000 m<sup>2</sup>**.

#### **Sector de almacenamiento de Materias Primas**

En este espacio se dispondrán los tanques de almacenamiento de NaOH, Ácido monocloroacético (MCA), Etanol y agua. En cada estación de almacenamiento de materias primas colocamos un dique en caso de derrame de la sustancia contenida en los tanques. Para la definición del área necesaria se tiene en cuenta no sólo las dimensiones de los equipos, sino que también es importante considerar un espacio de separación entre los tanques. Estimamos un área total de 200 m<sup>2</sup>.



En cuanto al almacenamiento del bagazo de caña de azúcar consideramos un galpón de 2700m<sup>2</sup>.

### Sector de producción

La sala de producción se encuentra contigua al almacén de materias primas, así como también al almacén de producto terminado. En el área de producción se deben tener en cuenta todos aquellos equipos que se necesitan para obtener el producto final y que han sido descritos en el capítulo 7 “Diseño y selección de equipos”.

El área total de este sector se estima teniendo la dimensión de los equipos, el espacio libre para poder realizar operaciones cotidianas dentro de la planta y también las necesarias para el mantenimiento de los equipos. Estimamos un área de 376,6 m<sup>2</sup>

EQUIPOS	m2	CANTIDAD	TOTAL m2
MOLINO	9	1	9
LAVADOR DE BAGAZO	6	1	6
SECADOR DE RODILLOS	3	2	6
SECADOR TÉRMICO	55	2	110
REACTOR	50	1	50
CALDERA	18	1	18
REACTOR DRUVACELL	35	2	70
SECADOR	28	1	28
MOLINO	55,6	1	55,6
SILO	24	1	24
TOTAL			376,6

Figura: 61 Área total de los equipos de producción, Fuente: Elaboración propia.

### Sector de almacenamiento de producto final

La zona de almacenamiento en estos casos va contigua a la etapa de producción, que alimenta al silo. Utilizamos un silo de almacenamiento estimando un área de 24m<sup>2</sup>.

### Sector de análisis de calidad

En este sector se emplaza el laboratorio para realizar el control de calidad tanto al producto final como a las materias primas para garantizar el funcionamiento del proceso y la comercialización de la carboximetilcelulosa sódica que cumpla con las características adecuadas.

Para la determinación del área y ubicación del laboratorio tuvimos en cuenta el recorrido que debe hacer el personal dentro de la planta para la toma de muestras al llevar a cabo los distintos análisis y la disponibilidad de servicios de agua, electricidad y gas natural en el sector a elegir. Determinamos un área de 500m<sup>2</sup>.



### Sector de Mantenimiento

Se debe establecer un área destinada a taller de mantenimiento de la empresa donde se encontrarán las herramientas necesarias para tal fin, para esto se destina un área de 300m<sup>2</sup>.

### Sector de oficinas administrativas

Se decide instalar oficinas que ocupen un área total de 100m<sup>2</sup>. Las cuales se dividen en Recursos Humanos, Seguridad e Higiene, Gerencia y sala de reuniones.

### Sector de Cocina-comedor

Se plantea la construcción de un comedor de 50m<sup>2</sup> donde el personal reciba el refrigerio correspondiente.

### Sector de Sanitarios y Vestidores

Se define un área de 50 m<sup>2</sup> para la construcción de sanitarios y vestidores destinado a satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores, tal como establecen las normativas laborales.

### Sector de Estacionamiento

Se define un área total de 400 m<sup>2</sup> distribuidos en estacionamiento de descarga, estacionamiento de carga y estacionamiento de vehículos personales.

## DISTRIBUCIÓN GENERAL

En base a lo definido a lo largo del capítulo, se concluye que para el funcionamiento total de la planta se necesita un lote de 7000 m<sup>2</sup> de superficie.

EQUIPOS	m2	CANTIDAD	TOTAL
GALPÓN DE BAGAZO	2700	1	2700
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	200	1	200
MOLINO	9	1	9
LAVADOR DE BAGAZO	6	1	6
SECADOR DE RODILLOS	3	2	6
SECADOR TERMICO	55	2	110
REACTOR	50	1	50
CALDERA	18	1	18
REACTOR DRUVACELL	35	2	70
SECADOR	28	1	28
MOLINO	56	1	56
SILO	24	1	24
AREA DE SEGURIDAD E INCENDIO	500	1	500
AREA DE INSTALACIÓN Y SERVICIO	1800	1	1800
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD	500	1	500
TRATAMIENTO DE EFLUENTES	200	1	200
SECTOR DE MANTENIMIENTO	120	1	120
SECTOR COMEDOR	50	1	50
BAÑOS Y VESTUARIOS	50	1	50
SECTOR DE OFICINAS	100	1	100
ESTACIONAMIENTO	400	1	400
TOTAL			6997

Figura: 62 Área total de planta, Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 9.1 se muestra el Layout de la planta, con los distintos sectores para llevar a cabo el proceso de producción de carboximetilcelulosa sódica.

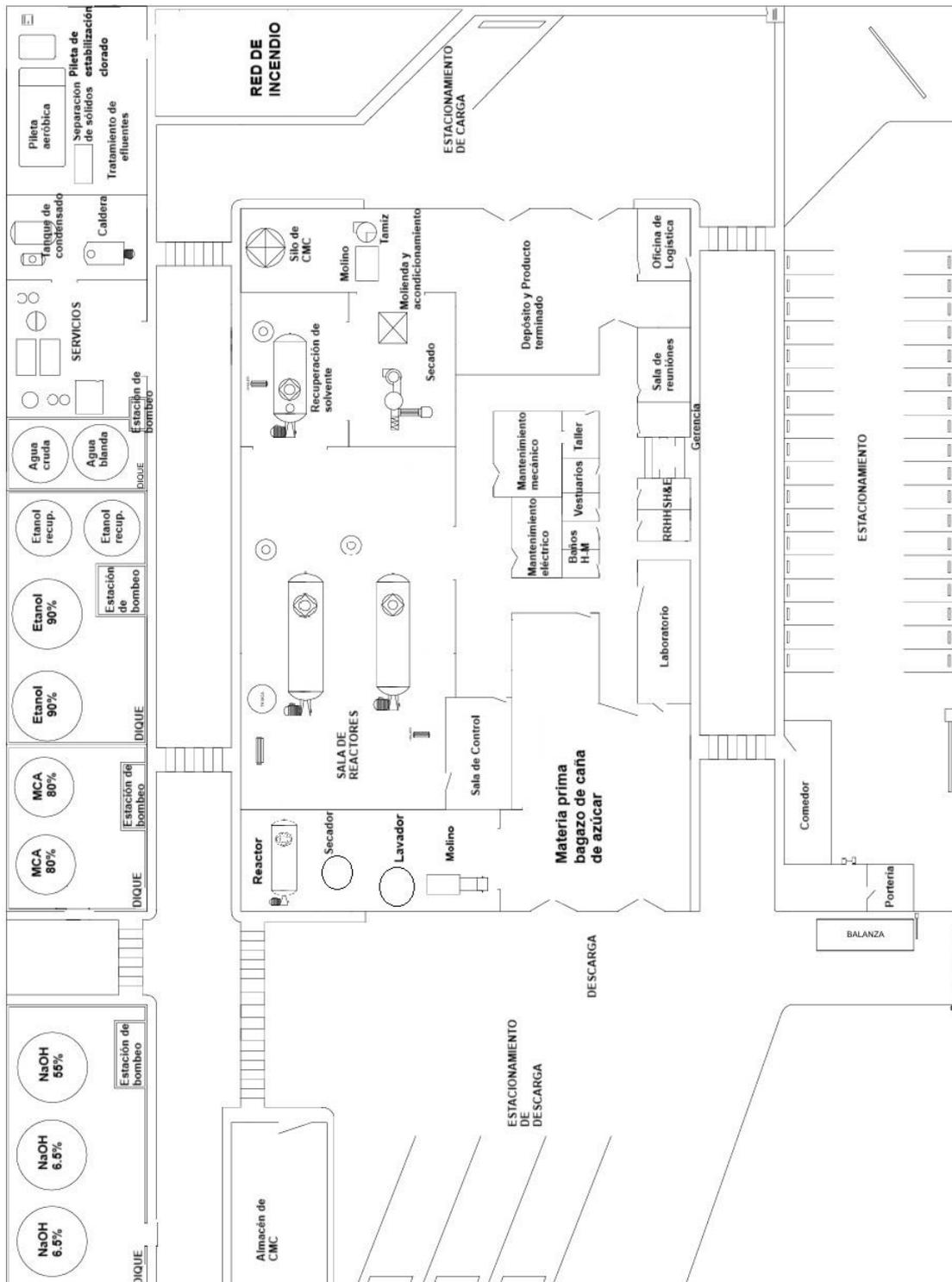


Figura: 63 Layout del proceso, Fuente: Elaboración propia.



## **CONCLUSIÓN**

En el presente capítulo se determinó la superficie necesaria para la planta de interés. Se especificó la misma para las distintas áreas, entre ellas: almacenamiento, producción, análisis de calidad, mantenimiento, oficinas, comedor, sanitarios y estacionamientos. A partir de los equipos seleccionados y el programa de producción propuesto, se determinó el tamaño de lote necesario a adquirir para la construcción de la planta, el cuál será de 7000m<sup>2</sup> de superficie.



## CAPÍTULO N ° 10: ASPECTOS JURÍDICOS

### INTRODUCCIÓN

Cuando se planifica y desarrolla un proyecto, es esencial considerar los aspectos jurídicos que determinarán las limitaciones que podrían impedir o restringir su ejecución. Se debe tener en cuenta que cualquier proyecto debe cumplir con el marco legal establecido en el país donde se lleva a cabo, lo que implica con la Constitución en vigor, las leyes, los reglamentos, los decretos y las prácticas habituales que definen las normativas que afectarán directa o indirectamente al proyecto en cuestión.

En el análisis legal, se busca detectar cualquier restricción legal que pueda afectar la viabilidad de la inversión en un proyecto. Este análisis debe llevarse a cabo en las etapas iniciales de la planificación y preparación del proyecto, ya que un proyecto con un alto potencial de rentabilidad podría resultar inviable debido a una normativa legal.

Por ello en este capítulo se estudian los aspectos legales del proyecto que comprende específicamente el procedimiento para la constitución y formalización de la empresa.

### MARCO LEGAL

#### 10.1.1 Legislación Nacional

Existe una gran cantidad de leyes que se aplican al tipo de industria que se plantea implementar en este proyecto. Estas leyes van a afectar en una gran variedad de aspectos, ya sea impositivo, organizacional, ambiental, etc. Es por lo que a continuación se presentará un resumen de aquellas leyes, decretos y convenios que revisten de mayor relevancia para este propósito.

#### Constitución Nacional

**Artículo 14:** Todos los habitantes de la Nación gozan de los siguientes derechos conforme a las leyes que reglamenten su ejercicio; a saber: de trabajar y ejercer toda industria lícita; de navegar y comerciar; de peticionar a las autoridades; de entrar, permanecer, transitar y salir del territorio argentino; de publicar sus ideas por la prensa sin censura previa; de usar y disponer de su propiedad; de asociarse con fines útiles; de profesar libremente su culto; de enseñar y aprender.

**Artículo 41:** Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.



Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.

### **Ley 24354/94- Decreto reglamentario 720/95**

La Ley 24354 establece el marco legal para el Sistema Nacional de Inversión Pública en Argentina y tiene como objetivo establecer un sistema integral de inversión pública que promueva el desarrollo económico y social del país.

Establece criterios para la formulación, evaluación, aprobación, seguimiento y control de los proyectos de inversión pública. También, se establecen las fuentes de financiamiento y prevé la realización de evaluaciones y auditorías de los proyectos.

El decreto Reglamentario 720/95 complementa la Ley, y establece disposiciones más detalladas para su implementación, como, por ejemplo: en los requisitos y etapas para la formulación y evaluación de los proyectos se incluyen aspectos técnicos, económicos y ambientales (estudio de impacto ambiental).

### **Ley 25675/02: Ley General de Ambiente**

La Ley 25675/02 establece los principios, objetivos, marco legal y presupuestos mínimos para la protección, conservación y mejora del ambiente, así como para el desarrollo sustentable.

Tiene como objetivo principal garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y sustentable. Promueve la protección y conservación del ambiente, la utilización racional de los recursos naturales, y la prevención y mitigación de la contaminación.

### **Ley 25688/02: Régimen de Gestión ambiental de Aguas**

La presente norma establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.

La ley tiene como objetivo establecer los principios, normas y procedimientos para la gestión integral de las aguas, promoviendo su uso sustentable, la prevención de la contaminación y la protección de los recursos hídricos.

La normativa establece los criterios y estándares de calidad de agua, así como los procedimientos para su monitoreo y control, con el objetivo de proteger y preservar los recursos hídricos.

### **Ley 20284: Ley de Contaminación Atmosférica**

La Ley 20284 establece las normas y regulaciones para prevenir, controlar y reducir la contaminación del aire. Tiene como objetivo proteger la calidad del aire y prevenir la contaminación atmosférica, garantizando así la preservación de la salud humana y el medio ambiente. La normativa establece los estándares y criterios de calidad del aire, especificando los niveles aceptables de contaminantes y la protección de la salud pública.

También hace referencia a la obligación de implementar medidas de control y prevención de la contaminación atmosférica, tales como la instalación de tecnologías de reducción de emisiones y la adopción de mejores prácticas ambientales.



### **Ley 24.051/91: Residuos Peligrosos**

La Ley 24.051/91 establece las normas y regulaciones para la gestión y disposición de los residuos peligrosos, haciendo hincapié en la responsabilidad primaria de los generadores de residuos peligrosos para gestionar adecuadamente sus propios residuos.

Se define a los residuos peligrosos como aquellos que presentan características de peligrosidad, como toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad u otras propiedades que representen riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

### **Decreto 674/89: Recursos Hídricos**

Régimen al que se ajustarán los establecimientos industriales y/o especiales que produzcan en forma continua o discontinua vertidos industriales o barros originados por la depuración de aquellos a conductos cloacales, pluviales o a un curso de agua.

Ley 19857 Decreto 351: Ley de Higiene y seguridad Laboral

La Ley 19857 establece en Argentina las normas y regulaciones para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable. Esta ley es complementada por el Decreto 351/79.

El objetivo principal de la normativa es establecer los principios y normas necesarios para proteger la vida, la integridad física y la salud de los trabajadores, promoviendo condiciones de trabajo aptas.

### **Convenio Colectivo de Trabajo N°77/89**

Es un acuerdo laboral específico que establece las condiciones y términos de empleo para un determinado sector o actividad en Argentina. Se amplía el convenio correspondiente para la industria química y petroquímica.

## **LEGISLACIÓN PROVINCIAL**

Como se determinó en el Capítulo 5 “Localización”, este proyecto se llevará a cabo en la provincia de Tucumán. Es por ello que es de vital importancia verificar la legislación provincial específica aplicable a este tipo de emprendimiento.

### **Constitución Provincial de Tucumán**

La constitución Provincial de Tucumán establece los principios y normas fundamentales para el gobierno y la organización de la provincia de Tucumán en Argentina.

### **Ley N ° 6.699/95. Ley de promoción industrial.**

Los principales objetivos de la Ley de Promoción Industrial se centran en fomentar el desarrollo y la competitividad del sector industrial. Estos objetivos incluyen:

**Expansión de la capacidad industrial:** Promover el crecimiento de la producción industrial y la modernización de las instalaciones existentes.



**Desarrollo regional equilibrado:** Fomentar la instalación de industrias en diversas regiones, especialmente en áreas menos desarrolladas, para evitar la concentración urbana y promover un desarrollo más equitativo.

**Sustitución de importaciones y fomento a la exportación:** Estimular sectores industriales que puedan reemplazar importaciones y facilitar el acceso a mercados internacionales mediante incentivos.

**Mejora de la eficiencia industrial:** Incentivar la modernización y especialización de las empresas para aumentar su competitividad sin generar monopolios u oligopolios.

**Generación de empleo:** Contribuir a la creación de puestos de trabajo, especialmente en regiones con altas tasas de desempleo.

**Desarrollo tecnológico y sostenibilidad:** Promover la investigación y el uso de tecnologías avanzadas, así como asegurar que las industrias operen bajo estándares ambientales adecuados.

**Apoyo a pequeñas y medianas empresas (PYMES):** Facilitar el acceso a beneficios fiscales y subsidios para fomentar su crecimiento y consolidación en el mercado.

**Instalación de industrias estratégicas:** Impulsar el desarrollo de industrias que sean cruciales para la seguridad nacional y el bienestar económico del país.

### **Ley 5294 conservación de suelos.**

Régimen legal para el fomento de la acción privada y pública tendiente a la conservación y recuperación de la capacidad productiva de los suelos.

### **Ley 5652 Salud y Medio Ambiente. Creación del Sistema Provincial de Salud.**

#### ***TÍTULO I - De la salud y medio ambiente objeto y fines generales***

Art. 2° - La salud es un derecho básico e inalienable del hombre. El Estado Provincial garantizará, el ejercicio pleno de ese derecho, brindando asistencia médica integral a todos los habitantes del territorio de su jurisdicción que la requieran y necesiten, a través del tiempo y sin ningún tipo de discriminación. A tales fines es responsable y garante económico de la organización, planificación y dirección de un sistema igualitario, de promoción, protección, reparación y rehabilitación de la salud física y mental de la población y de cualquier otra prestación o servicio de salud en relación con el medio ambiente, adecuado a la política provincial y en el marco de una comunidad organizada, mediante la participación de sus entidades representativas

#### ***TÍTULO II - Del sistema provincial de salud***

Art. 3° - Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo anterior, créase el Sistema Provincial de Salud, en cuya organización regirá el principio de centralización normativa con descentralización operativa, tendiendo a asimilar progresivamente a la centralización normativa todas las acciones y recursos de salud de los distintos sub-sectores, sin que los mismos pierdan sea individualidad jurídica.

### **Ley 6253 Defensa, Conservación y mejoramiento del medio ambiente**



La presente Ley se propone alcanzar el funcionamiento racional de los ecosistemas humanos y naturales en el ámbito del territorio de la Provincia de Tucumán. En particular persigue la preservación, conservación, defensa y recuperación de los ambientes degradados.

### **Ley N ° 6.292 - Ley de preservación de la flora silvestre, los recursos biológicos acuáticos y la fauna silvestre.**

La presente Ley establece el marco normativo para la preservación, conservación, propagación, restauración, repoblación y aprovechamiento racional y sustentable de la flora silvestre, los recursos biológicos acuáticos y la fauna silvestre de la Provincia de Tucumán.

### **Ley 6605 Adhesión de la Provincia de Tucumán a la Ley Nacional N ° 24051**

Artículo 1°. - Adhiérase la Provincia de Tucumán a la Ley Nacional N ° 24051 -residuos peligrosos-, cuya generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final tenga lugar dentro de la jurisdicción provincial.

Art. 2°. - Será de competencia de los tribunales de la Provincia cuando se violare lo preceptuado en la Ley Nacional N ° 24051 -Residuos Peligrosos-, y en tanto sus efectos no excedieran del territorio provincial, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 58 de la ley nacional antes mencionada.

Art. 3°. - Créase el Registro Provincial de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos, con vinculación directa al Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos.

### **Ley 6608 Marco Regulatorio del Servicio de Distribución y Generación de Energía eléctrica**

Artículo 1°. - La presente Ley regula la prestación del servicio público de distribución y de generación aislada de energía eléctrica en todo el territorio de la provincia de Tucumán.

Art.2°. - La prestación del servicio público de distribución consistirá en el abastecimiento y comercialización de energía eléctrica a los usuarios finales, instalaciones de cualquiera sea su volumen, a través de la transformación, subtransmisión de jurisdicción provincial, y distribución, que sean técnicamente necesarias para tal fin.

Art.3°. - El transporte de energía eléctrica se caracteriza como servicio público, y la generación de energía-en cualquiera de sus modalidades-, destinada total o parcialmente a abastecer de energía al servicio público, será considerada de interés general, y encuadrada en las, normas legales y reglamentarias que aseguren su normal funcionamiento.

### ***CAPÍTULO II Objetivos Generales lo establecido por la Ley N ° 6423 Y***



Art.4°. - De acuerdo con disposiciones modificatorias objetivos para la política eléctrica:

1. Asegurar que los servicios se presten con continuidad, regularidad, seguridad, economía y calidad. y complementarias, fíjense los siguientes provincial en materia de distribución.
2. Proteger adecuadamente los derechos de los usuarios, asegurando la prestación del servicio al mínimo costo, así como la mejora y mantenimiento de su calidad.
3. Arbitrar los medios para la adecuada operación del sistema eléctrico provincial, asegurar la confiabilidad y garantizar el libre acceso, sin discriminación, a los servicios e instalaciones de distribución de electricidad.
4. Regular las actividades de distribución de electricidad, asegurando que las tarifas y la calidad del servicio se determinen por procedimientos objetivos, transparentes y verificables, resultando tarifas justas y razonables.
5. Incentivar la distribución y uso eficiente de electricidad, fijando metodologías tarifarias apropiadas.
6. Alentar la realización de inversiones para asegurar el suministro a largo plazo, la mejora de la eficiencia operativa del sistema eléctrico, y una rentabilidad justa y razonable acorde con el riesgo asumido por los inversores.
7. Promover y desarrollar la prestación del servicio eléctrico en las zonas no abastecidas o deficientemente abastecidas.
8. Asegurar el uso racional y eficiente de los recursos energéticos destinados a la producción de electricidad, y promover la cogeneración en las actividades productivas que reúnan los requisitos a tal fin.

### **LEY N° 7139 Dominio de las Aguas Disposiciones Generales**

Artículo 1 °. - Son aguas del dominio público provincial todas las aguas superficiales que se encuentran dentro de los límites territoriales de la Provincia, y que no pertenecen al dominio de particulares o del Estado, según el Código Civil. Son también del dominio público las aguas subterráneas que se encuentran bajo la superficie del territorio de la Provincia, de acuerdo al Código Civil.

Art. 2°. - A los fines de esta Ley, el agua es un elemento de uso común, escaso, finito y esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente. Constituye un recurso cíclicamente renovable y vulnerable, por lo que será premisa básica garantizar su aprovechamiento racional, eficiente y equitativo, fomentando el desarrollo sustentable y procurando no alterar su calidad ni el equilibrio del medio ambiente, teniendo en cuenta el beneficio de las generaciones actuales y futuras.

Art. 3°. - El uso y goce de las aguas públicas, tanto superficiales como subterráneas que sean utilizadas para uso agrícola, ganadero e industrial, es amplio, pero los particulares deberán ajustarse a las limitaciones emergentes de la Constitución Nacional, la Constitución de la Provincia, el Código Civil, los Tratados Interprovinciales y la presente Ley. Las aguas privadas deberán ser inscriptas en el Registro que la Autoridad de Aplicación habilitará al efecto. Esta inscripción no implica reconocimiento



ni presuposición alguna respecto a su titularidad o condición jurídica, hasta tanto no exista definición de autoridad competente. Cuando por actos de sus titulares, se alteren las condiciones requeridas por el Código Civil para que cierto tipo de aguas sean consideradas privadas, las mismas se transformarán en públicas.

Art. 12.- Se otorgarán concesiones y permisos para los siguientes usos especiales, de acuerdo al siguiente orden de prioridad:

1. Industrial
2. Agrícola
3. Pecuario
4. Energético
5. Minero
6. Medicinal
7. Piscícola
8. Recreativo.

### **Ley N° 7.165. Registro de Actividades Contaminantes.**

Art. 1° - Créase en el ámbito de la Provincia de Tucumán el Registro de Actividades Contaminantes.

Art. 2° - Se entenderá por Actividades Contaminantes sin perjuicio de aquellas definidas y determinadas por la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia:

- a) Las instalaciones de producción y/o servicios que provoquen o pudieren provocar un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y/o biológicas del aire, suelo, agua o que afecten nocivamente la vida humana o las materias primas.
- b) Las alteraciones reversibles o irreversibles de ecosistemas o de algunos de sus componentes, debido a la presencia en concentraciones superiores al umbral mínimo establecido por la autoridad competente.
- c) La actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado.
- d) La introducción al medio de factores que aluden o disminuyan la función biótica.

### **Ley N ° 7.460. Medio ambiente. Plazo para que los ingenios azucareros instalen y pongan en funcionamiento dispositivos que prevengan la contaminación atmosférica.**

Art. 1° - Establéese que en un plazo no mayor de un (1) año, los ingenios azucareros de la Provincia deberán instalar efectivamente poner en funcionamiento dispositivos que prevengan la contaminación atmosférica.

Art. 2° - Entiéndese por contaminación atmosférica la presencia en la atmósfera de cualquier agente químico, físico o biológico, o de la combinación de los mismos, generados por la actividad humana en concentración y tiempos tales que pueden ser nocivos para la salud o perjudiciales para la vida animal o vegetal, que afecten los bienes materiales del hombre o de la comunidad, que impidan el uso de las propiedades y lugares de recreación o interfieran en su bienestar.



Art. 3° - La Dirección de Medio Ambiente de la Provincia, en su carácter de organismo de aplicación, conforme a la Ley Provincial número 6253, en coordinación y colaboración con el área de Salud del Sistema Provincial de Salud, promoverá y controlará el cumplimiento de lo dispuesto en los artículos precedentes.

## MARCO IMPOSITIVO

En Argentina, la recaudación es llevada a cabo por los gobiernos nacional, provincial y municipal, principalmente, mediante impuestos aplicados a ganancias, activos y consumo. La **Agencia de Recaudación y Control Aduanero (ARCA)** es un organismo encargado de la recaudación de impuestos del Estado argentino dependiente del Ministerio de Economía, establecido mediante el Decreto 953/2024 junto a la disolución de la Administración Federal de Ingresos Públicos (**AFIP**). El mismo, es un organismo dependiente del Ministerio de Economía y del Poder Ejecutivo Nacional.

A nivel nacional, los principales ingresos por recaudación de impuestos incluyen:

- Impuesto a las ganancias
- Impuesto al valor agregado
- Impuesto a la ganancia mínima presunta
- Impuestos especiales
- Impuesto a los bienes personales
- Impuesto sobre los débitos y créditos bancarios y otras operatorias
- Retenciones a las exportaciones

En el siguiente nivel, son los organismos fiscales de cada provincia los encargados de recaudar y administrar los impuestos. Estos son, principalmente:

- Impuesto sobre los ingresos brutos
- Impuesto al sello
- Impuesto a la transferencia de inmuebles

Por último, las municipalidades aportan al Sistema Tributario Argentino mediante la recaudación de tasas y contribuciones especiales.

## 10.1.2 Impuestos nacionales

### 10.1.2.1 Impuesto a las ganancias

Todos los ingresos de personas físicas y jurídicas están sujetos a tributos. El pago de impuestos a las ganancias se realiza en función de los ingresos declarados durante el curso del año. El tributo discrimina las pérdidas del periodo. Esto significa que a los ingresos de la persona o empresa se le restan diferentes tipos de gastos y



deducciones que arriban al resultado (ganancia) sobre el cual ARCA aplica el impuesto correspondiente.

### ***¿Quiénes pagan impuestos a sus ganancias?***

Son considerados residentes con fines impositivos los argentinos y extranjeros nacionalizados, extranjeros con residencia permanente en el país y aquellos que hayan residido legalmente en él durante un año.

Esto incluye a sucursales locales de empresas extranjeras. A los fines del impuesto, son consideradas entidades residentes. Para evitar la doble tributación sobre empresas o ingresos personales, de capital y bienes, Argentina tiene acuerdos con más de 15 países.

Las Sociedades Anónimas (SA), asociaciones unipersonales, civiles y fundaciones establecidas en el país también pagan impuesto por sus ganancias de capital.

El Sistema Tributario Argentino contempla, además, como susceptible a este tributo, las sucesiones indivisas de contribuyentes fallecidos que residían en Argentina al momento de su muerte.

## **10.1.2.2 Impuesto al valor agregado**

El IVA es el tributo más universal cuando pensamos en pago de impuestos. Se aplica al valor de los bienes y servicios en cada etapa del proceso de comercialización. Es decir que todos, todo el tiempo, estamos contribuyendo al Sistema Tributario Argentino. Cada vez que consumimos algo, por más insignificante y barato que sea.

El IVA general es del 21%, pero existen otras dos tasas especiales para determinados productos y actividades. El IVA diferencial de 10,5% se aplica a la producción primaria de determinados productos alimenticios. También se aplica el IVA del 10,5% a trabajos de construcción de bienes inmuebles, algunos intereses bancarios y comisiones originados por préstamos; ventas de determinadas propiedades concretas y equipamiento; venta de algunas publicaciones y espacios publicitarios para pymes y, por último, productos como la nafta y el fertilizante para agricultura.

El IVA diferencial de 27% se aplica para:

- Energía eléctrica
- Venta de gas
- Servicio de agua potable
- Servicios de telecomunicaciones
- Alcantarillado y servicio de drenaje

Algunas actividades que suelen estar exentas de este impuesto son las operaciones médicas y sanitarias, actividades educativas y actividades sociales, deportivas y culturales. Los bienes y servicios importados están sujetos al IVA en las mismas tasas, según su categoría. Las exportaciones no están sujetas al IVA.



### 10.1.2.3 Impuestos Especiales

Algunos productos específicos como licores, tabaco y objetos de lujo importados, son susceptibles a diferentes tasas. Las reglas de pago varían según el caso.

### 10.1.2.4 Impuesto a los bienes personales

Este tributo deben pagarlo las personas y sucesiones indivisas en relación a los activos que exceden una determinada riqueza (el monto cambia cada año). Los residentes argentinos pagan sobre la base de un porcentaje aplicado a dicho excedente. El patrimonio que se considera para el cálculo de este tributo es aquel que el ciudadano posea al 31 de diciembre de cada año. Los argentinos que residen en el extranjero pagan impuestos sobre los activos que tienen localizados en el país.

### 10.1.2.5 Impuesto sobre los débitos y créditos bancarios

La Ley de Entidades Financieras impone a las transacciones de crédito y débito en cuentas bancarias una tasa impositiva general del 0,6%. Por otro lado, cada transacción de dinero que se lleva a cabo usando los sistemas de pago que sustituyen el empleo de cuentas corrientes están sujetos a un tributo del 1,2%.

#### Retenciones a las exportaciones

Las retenciones a las exportaciones son una carga fiscal del estado argentino sobre los ingresos brutos obtenidos de bienes y servicios exportados sin discriminar volumen de venta, costos ni gastos.

## 10.1.3 Impuestos Provinciales

### 10.1.3.1 Impuesto sobre los ingresos brutos

Los ingresos brutos son obtenidos por todas las empresas involucradas en actividades comerciales, industriales, agrícolas, financieras o profesionales. Las tasas aplicadas en cada caso dependen de la industria.

Las tasas del impuesto sobre ingresos brutos varían entre el 1,5% y el 5%, aproximadamente. El pago de impuestos se realiza a lo largo del año con pagos mensuales o bimestrales, variando según la provincia.

### 10.1.3.2 Impuesto al sello

El impuesto al sello es aquel timbrado que debemos pagar cada vez que firmamos un contrato de alquiler. Este tributo provincial se aplica a la realización de instrumentos notariales y privados como contratos y otras transacciones importantes.

#### Impuesto a la transferencia de inmuebles



Se trata del impuesto que se cobra anualmente a los propietarios de bienes inmuebles. Está determinado por el precio de dichas propiedades, establecido por la ley según la valoración fiscal de la tierra y edificios. Es aplicado independientemente de la situación financiera del contribuyente.

### 10.1.3.3 Impuestos municipales

El pago de impuestos recaudado a nivel municipal se limita al cobro de determinados servicios relacionados a la seguridad, la higiene pública, la iluminación y afine

### 10.1.3.4 Registro Único Tributario

Este registro consiste en un sistema digital que contiene todos los datos del contribuyente. Se trata de una herramienta que unifica las inscripciones y registros de los ciudadanos del orden tributario nacional y de las administraciones tributarias. Esta es la información que los ciudadanos tienen a mano en el **Registro Único Tributario**:

- CUIT
- Domicilio real y legal
- Domicilio fiscal y de locales y establecimientos declarados
- Domicilio fiscal electrónico
- Actividad declarada
- Impuestos y/o regímenes nacionales (general o simplificado)
- Impuesto sobre los ingresos brutos y tributos municipales
- Datos identificatorios validados y registros de sociedades
- Información suministrada por la Comisión Arbitral del Convenio Multilateral y por las administraciones tributarias locales adheridas.

El Registro Único Tributario contiene mucha información y su interfaz es simple y amigable. Por estos motivos es una herramienta que permite a los ciudadanos ocuparse de sus obligaciones tributarias, muchas veces sin la intermediación de profesionales.

### 10.1.3.5 Impuestos MiPyMES

Las micro, pequeñas o medianas empresas pueden acceder a beneficios impositivos y programas de asistencia. Para esto, es necesario que estén certificadas en el Registro MiPyMES.



## **CONCLUSIÓN**

Luego de un minucioso análisis de las regulaciones vigentes y tomando en cuenta las particularidades de la empresa en cuestión, hemos llegado a la conclusión de que la estructura societaria más adecuada es la sociedad Anónima (S.A).

Es fundamental resaltar que, al concluir este capítulo, se presenta una descripción detallada del marco legal a nivel nacional y provincial. Este conjunto de regulaciones legales será el encargado de supervisar y normar las actividades previstas y ejecutadas por el proyecto en cuestión.

Por lo tanto, la selección de la estructura societaria y la evaluación del tamaño de la empresa nos proporciona una base sólida para comprender el entorno legal en el cual nuestra empresa llevará a cabo sus operaciones. Esto garantiza el cumplimiento de las disposiciones legales pertinentes y facilita el desarrollo de sus actividades en conformidad con la legislación vigente.



## CAPÍTULO N ° 11: ASPECTOS NORMATIVOS Y DE CALIDAD

### INTRODUCCIÓN

En la República Argentina se encuentran diversas regulaciones que establecen los requisitos que en ciertas situaciones pueden ser necesarias para acceder a diversos mercados específicos. Estas normativas pueden ser adoptadas tanto mediante decisiones empresariales a través de la iniciativa de la política de calidad de la dirección o como estrategias comerciales. Entre estas regulaciones se incluyen las normas ISO, IRAM, ASME, etc.

Los requisitos establecidos en las normas ISO 9000, ISO 14000, IRAM, ASTM y otras similares son esenciales no sólo para acceder a ciertos mercados sino también para proporcionar los cimientos necesarios para la implementación efectiva de un sistema de gestión de calidad en una empresa bajo la dirección adecuada.

La adopción de estas normas conlleva una mejora sustancial en la eficiencia de la organización. No obstante, es crucial destacar que su implementación, mantenimiento y certificación requieren una inversión considerable en términos de recursos humanos y financieros. Asimismo, el incumplimiento de estas regulaciones puede acarrear riesgos significativos para el proyecto, tanto en términos económicos como en lo que respecta a la regulación de la empresa.

### NORMAS A CERTIFICAR

#### 11.1.1 Normas ISO

ISO: (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene derecho a estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas ISO a certificar son:

- ISO 9001: Sistema de Gestión de Calidad.
- ISO 14001: Sistemas de Gestión medioambiental.
- ISO 18000 - ISO 45001: Seguridad y Calidad de vida en el trabajo.
- ISO 26000: Responsabilidad Social Empresaria.



La certificación ISO añade un valor significativo al producto que se comercializa.

Para obtener esta certificación, se deben cumplir los requisitos necesarios, que incluyen la adquisición de licencias y la posterior aprobación mediante auditorías que evalúen las mejoras implementadas. La responsabilidad de llevar a cabo este proceso recae en el departamento de calidad.

### 11.1.2 ISO 9000: Sistemas de Gestión de Calidad

Las normas ISO 9000 no especifican cómo debe estructurarse el sistema de gestión de la calidad de una organización. En cambio, establecen requisitos mínimos que todos los sistemas de gestión de calidad deben cumplir. Dentro de estos requisitos, existe una amplia variedad de opciones que permite a cada organización definir su propio sistema de gestión de la calidad de acuerdo con sus características particulares y necesidades específicas.

Las Normas ISO relacionadas con la calidad son las siguientes:

**ISO 9000:** Sistema de gestión de calidad- fundamentos y vocabulario. En ella se definen términos relacionados con la calidad y establece lineamientos generales para los sistemas de gestión de calidad.

**ISO 9001:** Sistemas de gestión de la calidad- requisitos. Puede utilizarse para su aplicación interna, para certificación o para fines contractuales.

**ISO 9004:** Sistemas de gestión de calidad- directrices para la mejora del desempeño. Proporciona orientación para ir más allá de los requisitos de la ISO 9001, persiguiendo la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

### 11.1.3 ISO 14000: Sistemas de Gestión Medioambiental

La norma ISO 14000 es una serie de normas internacionales que abordan aspectos relacionados con la gestión ambiental en las organizaciones. Estas normas establecen los requisitos y directrices para ayudar a las organizaciones a minimizar su impacto ambiental, cumplir con la legislación ambiental aplicable y promover una mejora continua en su desempeño ambiental.

La serie **ISO 14000** incluye varias normas específicas, entre las que se destacan:

- **ISO 14001:** Es la norma central de la serie y establece los requisitos para implementar un sistema de gestión ambiental efectivo en una organización. Proporciona un marco para que las organizaciones identifiquen y controlen los impactos ambientales de sus actividades, productos o servicios y establezcan objetivos y metas para mejorar su desempeño ambiental.
- **ISO 14004:** Esta norma proporciona directrices generales sobre los principios, sistemas y técnicas para la implementación exitosa de un sistema de gestión ambiental basado en la norma.



- Otras normas complementarias: La serie ISO 14000 también incluye otras normas que abordan aspectos específicos de la gestión ambiental, como la evaluación del ciclo de vida (ISO 14040), la etiqueta ecológica (ISO 14024) y la comunicación ambiental (ISO 14063), entre otras.

En forma de síntesis, la ISO 14000, proporciona un marco internacionalmente reconocido para que las organizaciones aborden y mejoren su desempeño ambiental, promoviendo así la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

#### 11.1.4 ISO 18000: Seguridad y Calidad de vida en el trabajo

La norma ISO 18000 se refiere a una serie de normas internacionales relacionadas con la gestión de la seguridad y salud ocupacional en las organizaciones. Estas normas son conocidas como “Sistemas de Gestión de seguridad y Salud Ocupacional” (SGSST) y proporcionan un marco para que las organizaciones identifiquen, controlen y reduzcan los riesgos laborales y promuevan un entorno de trabajo seguro y saludable para sus empleados.

La serie **ISO 18000** consta de varias formas, las más conocidas son:

- **ISO 18001:** Esta norma establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional en una organización. Proporciona un marco para que las organizaciones identifiquen y evalúen los riesgos laborales, establezcan controles adecuados, capaciten a su personal y mejoren continuamente su desempeño en materia de seguridad y salud ocupacional.
- **ISO 18002:** Esta norma ofrece directrices para la implementación efectiva de un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional, basado en la norma ISO 18001. Proporciona orientación sobre cómo cumplir con los requisitos de la norma, como establecer políticas y objetivos, como llevar a cabo evaluaciones de riesgos y como establecer programas de control y monitoreo.

Es importante destacar que la norma ISO 18000 fue reemplazada por la norma ISO 45001 en marzo de 2018. Esta última es una norma más completa y actualizada.

#### 11.1.5 ISO 26000: Responsabilidad social empresaria (RS)

ISO 26000 pretende ayudar a las organizaciones a contribuir al desarrollo sostenible. Tiene como propósito fomentar que las organizaciones vayan más allá del cumplimiento legal, reconociendo que el cumplimiento de la ley es una obligación fundamental para cualquier organización y una parte esencial de su responsabilidad social.

Es una norma internacional de aplicación voluntaria que orienta a las organizaciones en la que se establecen las definiciones, principios y materiales fundamentales de la Responsabilidad Social Empresarial.

Esta no establece requisitos para la implantación de un sistema de gestión de la responsabilidad social por lo que no es certificable. Sino que es una guía de directrices que ayuda a cualquier tipo de organización, de carácter público o privado, a la hora de



operar de forma socialmente responsable, contribuir al desarrollo sostenible y mejorar las relaciones con cada uno de sus grupos de interés.

Los beneficios de su implementación es la mejora de la percepción que se tenga acerca del desempeño global de una organización y en especial en materia de responsabilidad social. Además, puede ser una contribución para mejorar de la:

- Ventaja competitiva
- Reputación.
- Fidelización de trabajadores o miembros de la organización, clientes o usuarios.
- Motivación, compromiso y productividad de los empleados.
- Percepción de los inversionistas, propietarios, fuentes e financiación, patrocinadores.
- Relación con gobiernos, medios de comunicación, proveedores, organizaciones pares, clientes y la comunidad.

## NORMAS IRAM

La norma IRAM hace referencia al Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), una organización técnica Argentina encargada de desarrollar y promover normas técnicas en diferentes áreas. El IRAM es el organismo nacional de normalización y es miembro del comité ISO (Organización Internacional de Normalización) y del comité IEC (Comisión Electrotécnica Internacional). Sin embargo, a pesar de ser miembro de estos comités, es importante destacar que las normas desarrolladas por este instituto son específicas para la República Argentina y pueden diferir en las normas internacionales desarrolladas por ISO u otros organismos de normalización.

El IRAM se dedica a la elaboración, adopción y promoción de normas técnicas en una amplia gama de campos, incluyendo calidad, seguridad, medio ambiente, energía, construcción, electrónica, telecomunicaciones, entre otros. Estas normas son utilizadas por empresas, organizaciones, profesionales y reguladores para establecer requisitos y criterios técnicos en diversas áreas de actividad.

En un instituto que desempeña un papel importante en la certificación de productos y sistemas de gestión. A través de su servicio de certificación, el IRAM evalúa y verifica el cumplimiento de normas técnicas y requisitos específicos, y otorga certificados que garantizan que los productos o sistemas cumplen con los estándares establecidos.

Algunas áreas en las que el IRAM ha desarrollado normas incluyen:

- **Normas de calidad:** Establecen los requisitos y directrices para la gestión de la calidad en las organizaciones, como las normas de la serie ISO 9000.



- **Normas de seguridad:** Abordan aspectos de seguridad en diferentes ámbitos, como la seguridad eléctrica, la seguridad en el trabajo y la seguridad de productos específicos.
- **Normas ambientales:** Establecen requisitos y pautas para la gestión ambiental y la protección del medio ambiente, como las normas de la serie ISO 14000.
- **Normas de gestión de la energía:** Definen los requisitos para la gestión eficiente de la energía en las organizaciones, como la norma ISO 50001.

## NORMAS ASTM

Las normas ASTM, también conocidas como Normas ASTM Internacional, son un conjunto de normas técnicas desarrolladas por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials). ASTM International es una organización global que desarrolla y publica estándares técnicos para una amplia variedad de materiales, productos, sistemas y servicios.

Estas normas abarcan una amplia gama de sectores industriales, incluyendo la construcción, la ingeniería civil, la industria manufacturera, la industria del petróleo y gas, la industria química, la industria eléctrica, la industria del acero, entre otros. En ellas se establecen los requisitos técnicos, las prácticas de prueba y los métodos de evaluación para asegurar la calidad, el rendimiento y la seguridad de los productos y materiales.

Algunos ejemplos de áreas cubiertas por las normas ASTM incluyen:

- **Normas para materiales:** Las normas ASTM especifican los requisitos y métodos de prueba para diversos materiales como metales, plásticos, cerámicas, cemento, vidrio, textiles, caucho, pinturas, adhesivos, entre otros.
- **Normas para productos:** Las normas ASTM también cubren una amplia gama de productos, como tuberías y accesorios, materiales de construcción, productos químicos, equipos de protección personal, dispositivos médicos, productos electrónicos, equipos de laboratorio, entre otros.
- **Normas de pruebas y ensayos:** Las normas ASTM establecen los métodos de prueba y los procedimientos de ensayo para evaluar las propiedades físicas, mecánicas, químicas y funcionales de los materiales y productos. Esto ayuda a garantizar la calidad, la fiabilidad y el rendimiento de los mismos.

Es importante destacar que las normas ASTM son voluntarias y no tienen carácter obligatorio menos que sean adoptadas por organismos reguladores o incluidas en contratos o especificaciones técnicas específicas. Sin embargo, muchas empresas y sectores industriales utilizan estas normas como referencia para asegurar la calidad y la compatibilidad de sus productos y procesos.

## CONCLUSIÓN

En este capítulo, hemos examinado detenidamente los aspectos normativos, que provienen de organizaciones reconocidas internacionalmente, como la ISO (Organización Internacional de Normalización), IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) y ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales).



Durante este análisis, hemos destacado la importancia de cumplir con estas normas en la industria de la carboximetilcelulosa sódica ya que garantizan la calidad del producto final, la seguridad del proceso y la aceptación en los mercados internacionales. Establecer las normativas ISO, IRAM y ASTM es esencial para asegurar que la producción de CMC sea consistente, estandarizada y cumpla con los estándares de calidad requeridos.

Además, estas normativas facilitan la entrada a mercados y la obtención de financiamiento. En ciertos casos, cumplir con las regulaciones y estándares es un requisito previo para ingresar a mercados específicos o para obtener financiamiento, especialmente en industrias o sectores que exigen certificaciones especiales como prueba de conformidad con las normativas, lo que permite a las empresas operar legalmente y acceder a contratos y licitaciones.

El objetivo primordial de nuestro proyecto es adherirse a las normativas ISO, IRAM y ASTM con el propósito de ofrecer a sus clientes productos de alta calidad con certificación. Además, la empresa se compromete a adoptar prácticas sostenibles en su proceso de producción, enfocándose en la preservación del medio ambiente. Asimismo, busca implementar un sólido sistema de gestión de la calidad que no solo garantice la excelencia en sus operaciones, sino que también tenga un impacto positivo en su rentabilidad y fomente el crecimiento continuo de la organización.



## CAPÍTULO N ° 12: ASPECTOS AMBIENTALES

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad la creciente conciencia ambiental y búsqueda de soluciones sostenibles, la producción de carboximetilcelulosa sódica a partir de bagazo de caña de azúcar y sus diversas aplicaciones en control ambiental lo convierten en una opción amigable con el medio ambiente. Este aprovechamiento de residuos para la obtención de productos de alto valor agregado constituye un camino hacia la economía sostenible.

El concepto de Impacto ambiental refiere al efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos, aunque bien los efectos que se persigan sean positivos, al menos para quien protagoniza la actuación en cuestión, los efectos pueden tener una consecuencia altamente negativa para el medio natural.

Todos estos impactos deben ser evaluados mediante la Evaluación de Impacto ambiental (EIA). Según la legislación, este se trata de un procedimiento administrativo para el control ambiental preventivo de los proyectos que se apoya en la realización de un estudio técnico, es un proceso de participación pública y en el criterio de los técnicos que asesoran al órgano, que se denomina Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

En este capítulo, se realizará un estudio preliminar de los posibles impactos que podrían ocasionarse previo, durante y posterior a la ejecución del proyecto, es decir en las etapas de construcción, operación y abandono, utilizando una lista de chequeo ambiental.

Al realizarse el estudio de impacto ambiental del proyecto, lo que se busca es analizar con anticipación la realización del mismo las posibles consecuencias que la instalación de la planta podría ocasionar sobre el medio ambiente. Al final de la evaluación se podrá considerar la factibilidad de la realización del proyecto o la necesidad de la relocalización. Es necesario entonces que el evaluador del proyecto cuantifique los beneficios y costos ambientales que la inversión va a ocasionar para no terminar violando leyes, pero sobre todo afectando de manera negativa al entorno.

### MARCO LEGAL

Como se determinó con anterioridad, el proyecto se instalará en la provincia de Tucumán, en el Parque Industrial Tucumán, visto en el capítulo 5 “Localización”, por lo tanto, la legislación nacional y provincial aplicable al mismo fue detallada en el capítulo 9 “Aspectos Jurídicos”.



## PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ASOCIADA AL PROYECTO

### 12.1.1 DATOS GENERALES DE LA ZONA INDUSTRIAL “PARQUE INDUSTRIAL TUCUMÁN”

El parque industrial Tucumán se encuentra emplazado en el km 124 de la autopista de circunvalación de San Miguel de Tucumán a 15 minutos del centro financiero más importante del NOA, a 7 minutos del Aeropuerto Internacional Benjamín Matienzo y a 16 minutos del puerto seco.

La ubicación del Parque Industrial asegura una inmejorable conectividad al puerto de Rosario, Campana y Buenos Aires a través de la ruta 34 al sur; y a la provincia de Córdoba por la ruta 157. La ruta 9 al norte conecta directamente con las provincias de Salta y Jujuy e internacionalmente a Chile (a través del paso Jama) y a Bolivia.

San Miguel de Tucumán se caracteriza por ser el “Jardín de la República” o “Edén de América” por su gran fertilidad forestal. Se encuentra a una altitud de 431 msnm. Su clima es subtropical con temporada invernal seca que no llega a nevar, veranos muy calurosos pero moderados por su altitud y por los frecuentes frentes fríos que trae el viento pampero proveniente de la Antártida. Posee sismicidad frecuente de baja intensidad con un sismo grande aproximadamente cada 30 años.

### 12.1.2 LISTA DE CHEQUEO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADOS POR EL PROYECTO

A continuación, veremos una tabla con las características del proyecto



PREGUNTAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	SI	NO
1. ¿Conllevará el proyecto acciones durante la fase de construcción, operación u abandono que causen cambios físicos en la localización?	x	
1.1. ¿Cambios permanentes o temporales en el uso de suelo, cobertura o topografía incluyendo intermedios en la intensidad de uso?		X
1.2. ¿Labores de eliminación de vegetación y/o suelos?		X
1.3. ¿Creación de nuevos usos de suelo?		X
1.4. ¿Labores previas a la construcción como realización de perforaciones y análisis de suelo?		X
1.5. ¿Labores de construcción?	x	
1.6. ¿Labores de demolición?		X
1.7. ¿Terrenos ocupados temporalmente para labores de construcción de viviendas para los trabajadores?		X
1.8. ¿Construcción en superficie, incluyendo la realización de desmontes y terraplenes?		X
1.9. ¿Trabajos de minería o tunelado?		X
1.10. ¿Trabajos de restauración?		X
1.11. ¿Dragados?		X
1.12. ¿Estructuras costeras como rompeolas o puertos?		X
1.13. ¿Estructuras submarinas?		X
1.14. ¿Procesos de producción y manufacturación?	x	
1.15. ¿Instalaciones de almacenamientos de bienes o materiales?	x	
1.16. ¿Instalaciones para el tratamiento o almacenamiento de residuos sólidos o efluentes líquidos?	x	
1.17. ¿Instalación de viviendas para los trabajadores?		X
1.18. ¿Nuevas carreteras, ferrocarriles o líneas marítimas durante la fase de construcción u operación?		X
1.19. ¿Nuevas carreteras o ferrocarriles, nuevas infraestructuras de transporte marítimo, fluvial o de otro tipo, incluyendo la modificación de trazados y las estaciones, puertos, aeropuertos, etc.?		X
1.20. ¿Cierre o desviación de rutas de transporte, conllevando cambios en los flujos de tráfico?		X
1.21. ¿Nuevas líneas o desviación de líneas eléctricas, gasoductos u oleoductos?		X



1.22. ¿Captaciones, construcción de embalses o trasvases u otros cambios en la hidrología superficial o subterránea?		X
1.23. ¿Cruce con ríos?		X
1.24. ¿Eliminación o trasvase de agua del subsuelo o las masas superficiales?		X
1.25. ¿Cambios en las masas de agua o superficie terrestre que afecten al drenaje o produzcan filtraciones?		X
1.26. ¿Transporte de personas o materiales durante las fases de construcción, operación o abandono?	x	
1.27. ¿Serán necesarios trabajos a largo plazo de restauración, de abandono o desmantelamiento?	x	
1.28. ¿Se producirán actividades durante la fase de abandono que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente?		X
1.29. ¿Se introducirán especies exóticas?		X
1.30 ¿Existirá una pérdida de especies o de diversidad genética?		X
<b>2. ¿Conllevará el proyecto el uso de cualquier recurso natural, especialmente de recursos no renovables o escasos?</b>	x	
2.1. ¿Tierras, especialmente aquellas no urbanizadas o agrícolas?		X
2.2. ¿Agua?	x	
2.3. ¿Minerales?		X
2.4. ¿Recursos forestales y/o madereros?	x	
2.5. ¿Energía, incluyendo electricidad y combustibles?	x	
2.6. ¿Cualquier otro recurso?	x	
<b>3. ¿Conllevará el proyecto el uso, almacenamiento, transporte, manipulación o producción de sustancias o materiales que pudieran ser dañinas para la salud humana o medioambiental o pudieran suscitar preocupación sobre los efectos en la salud humana?</b>		x
3.1. ¿Conllevará el proyecto el uso de sustancias o materiales tóxicos o peligrosos para la salud humana o el medio ambiente (flora, fauna, suministro de agua)?	x	
3.2. ¿Provocará el proyecto cambios en la incidencia de enfermedades o afectará a los vectores de las mismas (p. e. insectos)?		X
3.3. ¿Afectará el proyecto al bienestar de la población p. e. cambiando las condiciones de vida?		X



3.4. ¿Existe algún grupo especialmente vulnerable que pueda ser afectado por el proyecto, p. e. hospitales, pacientes, ancianos, niños?		X
<b>4. ¿Producirá el proyecto residuos sólidos durante las fases de construcción, operación y abandono?</b>	x	
4.1. ¿Residuos mineros?		X
4.2. ¿Residuos municipales (ya sean urbanos y/o comerciales)?	x	
4.3. ¿Residuos tóxicos o peligrosos (incluyendo los radiactivos)?		X
4.4. ¿Otros residuos industriales?	x	
4.5. ¿Productos sobrantes?	x	
4.6. ¿Fangos o lodos, procedentes del tratamiento de efluentes?	x	
4.7. ¿Residuos procedentes de la construcción o demolición?	X	
4.8. ¿Maquinaria o equipamiento abandonado?		X
4.9. ¿Suelos u otro material contaminado?		X
4.10. ¿Residuos agrícolas?	x	
4.11. ¿Cualquier otro tipo de residuos sólidos?	x	
<b>5. ¿Emitirá el proyecto contaminantes peligrosos, tóxicos o nocivos a la atmósfera?</b>	x	
5.1. ¿Emisiones de combustión debida a combustibles fósiles ya sean de fuentes fijas o móviles?	x	
5.2. ¿Emisiones debidas a procesos de producción?	x	
5.3. ¿Emisiones debidas a la manipulación de materiales, incluyendo almacenaje y transporte?	x	
5.4. ¿Emisiones derivadas de actividades constructivas, incluyendo la maquinaria y herramientas utilizadas?	x	
5.5. ¿Emisiones procedentes de la incineración de residuos?	x	
5.6. ¿Emisiones debidas a la incineración de materiales al aire libre?		x
5.7. ¿Emisiones de cualquier otra fuente?		X
<b>6. ¿Provocará el proyecto ruidos y vibraciones o emisiones luminosas de calor o de radiación electromagnética?</b>	x	
6.1. ¿Debido al funcionamiento de equipos como p. e. motores, sistemas de ventilación, prensas?	x	
6.2. ¿Debido a procesos industriales o similares?	x	
6.3. ¿Debido a trabajos de construcción o demolición?	x	



6.4. ¿Debido a voladuras?		X
6.5. ¿Debido al tráfico, ya sea en la fase de construcción u operación?	X	
6.6. ¿Debido a fuentes de radiación electromagnética? (considerar los efectos tanto en los equipos sensibles a la mismas como en la población)		X
6.7. ¿Debido a alguna otra fuente?	X	
<b>7. ¿Conllevará el proyecto riesgo de contaminación sobre el suelo o el agua debido al escape de contaminantes sobre la tierra o las masas de agua superficiales, subterráneas o marinas?</b>		X
7.1. ¿Debido al manejo, almacenamiento, uso o vertido de materiales tóxicos o peligrosos?		X
7.2. ¿Debido a la emisión de aguas residuales, u otros efluentes (ya sean tratados o sin tratar) al agua o la tierra?		X
7.3. ¿Debido a la deposición de contaminantes emitidos a la atmósfera, al suelo o al agua?		X
7.4. ¿Debido a cualquier otra fuente?		X
7.5. ¿Existe el riesgo a largo plazo de que exista un aumento de contaminantes en el medio ambiente debido a estas fuentes?		X
<b>8. ¿Existirá algún riesgo de accidente durante la fase de construcción u operación del proyecto que pueda afectar a la salud humana o medio ambiental?</b>		X
8.1. ¿De explosión, vertido, incendio, etc., debido al almacenamiento, manejo, uso o producción de sustancias tóxicas o peligrosas?		X
8.2. ¿Debido a circunstancias que superen los límites de protección del medio ambiente normales?		X
8.3. ¿Debido a cualquier otra causa?		X
<b>9. ¿Provocará el proyecto significativos cambios sociales?</b>		X
9.1. ¿Cambios en la población, edad, estructura, grupos sociales, etc.?	X	
9.2. ¿Debido al realojamiento de personas o derribo de viviendas o infraestructuras comunitarias?		X
9.3. ¿A través de la inmigración de nuevos residentes o la creación de nuevas comunidades?		X
9.4. ¿Mediante el incremento de demanda de servicios como vivienda, educación, salud?		X
<b>10. ¿Existe algún otro aspecto del proyecto que debiera ser considerado por poder provocar impacto ambiental o contribuir a un</b>		X



Impacto acumulativo con otras actuaciones existentes o previstas en la zona?		
10.1. ¿Provocará el proyecto presiones para el desarrollo de otros que pudieran tener impactos significativos sobre el medio ambiente, p. e. más viviendas, nuevas carreteras, nuevas industrias, servicios, etc.?		x
10.2. ¿Provocará el proyecto un uso posterior al mismo que pueda ocasionar impacto?	x	
10.4. ¿Provocará el proyecto impactos acumulativos debido a la proximidad a otros proyectos existentes o previstos de similares impactos?		x

Tabla: 43 Lista de chequeo de características del proyecto, Fuente: Elaboración propia

## LISTA DE CHEQUEO DE CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO	SI	NO
1. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto algún de los siguientes elementos del medio ambiente que pueda verse afectado por el mismo?		
• Zonas que están protegidas bajo la legislación internacional, nacional o local debido a sus valores ecológicos, paisajísticos, culturales o de otro tipo		x
• Otras zonas que son importantes o frágiles desde el punto de vista ecológico		x
i. Humedales		x
ii. Ríos u otras masas de agua		x
iii. Zonas costeras		x
iv. Montañas		x
v. Zonas forestales	x	
• Zonas usadas por especies protegidas, importantes o sensibles de flora o fauna. Pe zonas de cría, de nidificación, de alimentación, de descanso, de invernada.		x
• Aguas fluviales, marinas o subterráneas	x	
• Zonas o elementos de alto valor paisajístico		x
• Caminos o servicios usados por el público para acceder a servicios recreativos o de otro tipo		x
• Rutas de transporte susceptible de congestionarse o de causar problemas ambientales.	x	
• Zonas o elementos de importancia histórica o cultural.		x
2. ¿Está el proyecto en una localización en la que será visible por un alto número de personas?		x
3. ¿Está localizado el proyecto en una zona sin urbanizar y producirá una pérdida de terreno sin edificar?		x
4. ¿Existen en el entorno o en el emplazamiento del proyecto usos del suelo que puedan verse afectados por el mismo? Por ejemplo:		x
• Viviendas, jardines u otras propiedades privadas		x
• Industria		x
• Comercio		x
• Recreativo		x
• Espacios públicos abiertos		x



• Servicios comunitarios		X
• Agricultura	x	
• Forestal	x	
• Turístico		X
• Minería o canteras		X
5. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto alguna previsión sobre futuros usos del suelo que puedan ser afectados por el mismo?		X
6. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto algún área densamente poblada o urbanizada que pueda verse afectada por el mismo?		X
7. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto alguna zona ocupada por usos sensibles que se pueden ver afectados por el mismo?		X
• Hospitales		x
• Escuelas		x
• Lugares de culto		x
• Servicios comunitarios		x
8. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto alguna zona que contenga recursos de alta calidad o escasos, y que se puedan ver afectados por el mismo?		x
• Aguas subterráneas		x
• Aguas superficiales		x
• Recursos forestales		x
• Recursos agrícolas	x	
• Recursos pesqueros		x
• Recursos turísticos		x
• Recursos mineros		x
9. ¿Existe en el entorno o en el emplazamiento del proyecto alguna zona que esté actualmente sujeta a contaminación o daño medioambiental y que pueda verse afectada por el mismo?		x
10. ¿Está el proyecto localizado en áreas de riesgo de terremotos, de hundimientos, corrimientos de tierra, erosión, inundaciones o en condiciones climáticas extremas o adversas como áreas de frecuentes inversiones térmicas, nieblas, vientos severos, etc, que pudieran producir que el proyecto cause problemas medio ambientales?	x	



11. ¿Existen emisiones del proyecto que puedan tener un impacto sobre la calidad del medio ambiente?	X	
• En la calidad del aire de la zona	X	
• En la calidad del aire global, incluyendo el cambio climático y el efecto en la capa de ozono	x	
• En la calidad del agua		x
• En los nutrientes y la posible eutrofización del agua		x
• En la acidificación de suelos y agua		x
• En los niveles sonoros		x
• En emisiones de radiaciones electromagnéticas, de temperatura o luminosas incluyendo las interferencias eléctricas		x
• En la productividad de los ecosistemas naturales o agrícolas	x	
12. ¿Es probable que el proyecto afecte a la disponibilidad de cualquier recurso ya sea a nivel local o global?		x
• Combustibles fósiles		x
• Recursos hídricos		x
• Recursos mineros		x
• Recursos madereros		x
• Otros recursos no renovables		x
• Servicios de infraestructura en la localización (agua, alcantarillado, generación y transporte de energía, telecomunicaciones, tratamiento de residuos, carreteras, ferrocarriles)	x	
13. ¿Es probable que el proyecto pueda afectar a la salud humana o al bienestar de la comunidad?		x
• Debido a la calidad o toxicidad del aire, agua, productos alimentarios y otros productos de consumo humano		x
• Morbilidad y mortalidad de individuos y colectivos sometidos a contaminación		x
• Cantidad y distribución de vectores de enfermedad, incluyendo los insectos		x
• Vulnerabilidad de individuos, o comunidades frente a enfermedades		x
• Sentimiento de seguridad ciudadana		x
• Cohesión e identidad de la comunidad		x
• Identidad cultural		x

• Derechos de las minorías		X
• Condiciones de las viviendas		X
• Empleo y calidad del mismo	X	
• Condiciones económicas	X	
• Instituciones sociales		X

Tabla 12.2 Lista de chequeo de características del medio ambiente afectados por el proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

### LISTA DE CRITERIOS DE IMPACTOS AMBIENTALES

LISTA DE CRITERIOS PARA EVALUAR LA IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	S	N
1. ¿Se producirá un cambio grande en las condiciones ambientales?		X
2. ¿Serán los elementos del proyecto chocantes con el medio?		X
3. ¿Serán los impactos inusuales en el área?		X
4. ¿Se extenderá el impacto sobre una gran superficie?		X
5. ¿Pueden existir impactos transfronterizos?		X
6. ¿Existirá mucha población afectada?		X
7. ¿Existirán muchos otros receptores afectados (¿fauna, flora, economía, servicios, etc.?)	X	
8. ¿Se verán afectados elementos o recursos de gran valor o escasos?		X
9. ¿Existe riesgo de sobrepasar límites legales medioambientales?		X
10. ¿Existe riesgo de que se vean afectados lugares o elementos protegidos?		X
11. ¿Será un impacto continuo por un período prolongado de tiempo?	X	
12. ¿Será un impacto irreversible?		X
13. ¿Será difícil evitar, reducir, reparar o compensar los impactos?		X

Tabla: 44 Lista de criterios de impactos ambientales, Fuente: Elaboración propia.

Al hacer un análisis de la lista de chequeo, se puede observar que el impacto ocasionado será de baja magnitud. Al localizar la planta en un complejo industrial, los impactos a diversos factores como el suelo, fauna y sociedad están, en cierta medida, contemplados desde el momento en el cual se decidió conformar el mismo.



## EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Por evaluación de impacto ambiental (EIA) se entiende al procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes en la provincia.

Todos los proyectos de obras o actividades capaces de modificar directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda o por las municipalidades de la provincia, quienes serán la autoridad de aplicación de la presente ley.

## IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

### 12.1.3 MÉTODO UTILIZADO

Para la valoración de los impactos se utilizó el método matricial cromático, el cual está diseñado sobre la base de Matrices de Leopold, en este método se relaciona al proyecto con los factores ambientales susceptibles de ser impactados por las mismas.

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada (matriz). En las columnas se colocan las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas las características del medio que pueden ser alteradas. En la matriz original hay 100 acciones y 88 factores ambientales, aunque no todos se utilizan en todos los casos.

La Matriz se va completando al ir observando una a una las cuadrículas situadas bajo cada acción propuesta y se analiza si puede causar impacto en el factor ambiental correspondiente.

El impacto y la intensidad que hay sobre cada factor (si lo hay) se representa mediante un color. La gama de colores que se utiliza para indicar el carácter y la intensidad de los impactos. Esto tiene la ventaja de presentar un accesible manejo y directa interpretación.

### 12.1.4 ACTIVIDADES DEL PROYECTO EN SUS DISTINTAS FASES

Se determinan aquí las principales actividades que se llevarán a cabo durante las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto. Las mismas se enlistan a continuación.

#### Fase de construcción

- Construcción de accesos viales.
- Nivelación de terreno.



- Construcción de edificios.
- Instalación de red de agua, gas y cloacas.
- Instalación eléctrica.
- Terminación y fachada del edificio.
- Transporte de equipos y maquinarias.
- Montajes de equipos.
- Puesta en marcha: prueba de equipos y de estanqueidad de cañerías.
- Parquizado y señalización.

### Fase de elaboración y producción

- Transporte de materias primas.
- Transporte de insumos.
- Almacenamiento de materias primas.
- Almacenamiento de insumos.
- Producción de Carboximetilcelulosa sódica.
- Almacenamiento de producto terminado.
- Generación de efluentes líquidos.
- Generación de efluentes sólidos.
- Transporte de productos terminados.
- Tareas administrativas

### Fase de abandono

- Seguridad y mantenimiento.
- Venta de equipos e inmueble.

### FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SUFRIR IMPACTOS

En la siguiente tabla se muestran los factores ambientales considerados para realizar el estudio preliminar de impacto.

Sistema	Factor ambiental	Componente ambiental	
Medio Físico	Atmósfera	Calidad Química	
		Temperatura	
		Nivel de Mat. Particulado	
		Nivel Sonoro	
	Suelo	Calidad Química	
		Edafología	
		Geomorfología	
	Agua	Agua Sub.	Calidad Química
			Caudales
			Recarga
Agua Sup.		Calidad Química	
		Caudales	
		Régimen Lluvia	
Medio Biótico	Flora y Fauna	Biodiversidad	
		Abundancia	
		Distribución	
Medio Socio Económico	Infraestructura		
	Uso del Suelo		
	Población		
	Economía		
	Nivel de Empleo		
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad Paisajística	

Tabla: 45 Factores ambientales, Fuente: Elaboración propia

## VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Se construye una matriz de interacción de factores vs. actividades, con el objeto de hacer una primera valoración de los impactos. En la misma se utilizan dos escalas cromáticas para establecer carácter, y tres tonalidades en cada una que corresponden a los niveles de intensidad de los impactos.

Impactos Negativos	
	Alto
	Moderado
	Bajo
Impactos Positivos	
	Alto
	Moderado
	Bajo

Tabla: 46 Valores cromáticos, Fuente: Elaboración propia.

La finalidad última de este estudio preliminar es mostrar las actividades causantes de impacto y la intensidad de las mismas para poder esbozar, luego, los lineamientos de criterios restrictivos y mejores técnicas para minimizar o evitar los impactos detectados.

Factores			Fase de Construcción										
			Construcción de accesos viales	Nivelación del terreno	Construcción de los edificios	Instalación de red de agua, gas y cloacas	Instalación de red eléctrica	Terminación y fachada	Transporte de equipos y maquinaria	Montaje de equipos	Puesta en marcha	Parqueizado y señalización	
Sistema	Factor ambiental	Componente Ambiental											
Medio Físico	Atmósfera	Calidad Química										X	X
		Temperatura										X	
		Nivel de mat. Particulado	X		X				X			X	X
		Nivel sonoro	X	X	X				X			X	
	Suelo	Calidad Química			X								
		Edafología			X	X	X						X
		Geomorfología	X	X	X	X	X		X				X
	Agua	Agua Sub.	Calidad Qca.									X	
			Caudales										
			Recarga										
Agua Sup.		Calidad Qca.											
		Caudales Régimen Lluvia											
Medio Biótico	Flora y Fauna	Biodiversidad											X
		Abundancia											X
		Distribución											X
Medio Socio Económico	Infraestructura	Uso del suelo	X	X	X	X	X	X					X
		Población											
	Economía	Nivel de empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	X	X	X	X	X	X		X		X	

Tabla: 47 Valoración cromática de los impactos en fase construcción, Fuente: Elaboración propia.

En la matriz de la “Fase de construcción” se observa que los impactos negativos que tendrá el proyecto son de media y baja intensidad. Estos impactos se concentran mayoritariamente en el “Medio Físico-Perceptual”.

Los impactos positivos que se encuentran son, en general, de alta y media intensidad y están concentrados en los factores ambientales correspondientes al medio ambiente social.

Factores			Fase de Producción												
			Transporte de materias primas	Transporte de insumos	Almacenamiento de materias primas	Almacenamiento de insumos	Producción	Almacenamiento de producto terminado	Generación de efluentes líquidos	Generación de efluentes sólidos	Transporte de producto terminado	Tareas Administrativas			
Sistema	Factor ambiental	Componente Ambiental													
Medio Físico	Atmósfera	Calidad Química	x				x								
		Temperatura					x								
		Nivel de mat. Particulado	x	x	x		x								
		Nivel sonoro	x	x			x					x			
	Suelo	Calidad Química							x	x					
		Edafología							x	x					
		Geomorfología													
	Agua	Agua Sub.	Calidad Qca.												
			Caudales												
			Recarga												
		Agua Sup.	Calidad Qca.												
			Caudales												
Régimen Lluvia															
Medio Biótico	Flora y Fauna	Biodiversidad													
		Abundancia	x	x			x					x			
		Distribución													
Medio Socio Económico	Población	Infraestructura													
		Uso del suelo							x	x					
		Economía	x	x			x		x	x	x	x			
		Nivel de empleo	x	x			x		x	x	x	x			
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística													

Tabla: 48 Valoración cromática de los impactos en fase de producción, Fuente: Elaboración propia.

En la matriz de la “Fase de Producción” se observa que los impactos negativos más significativos recaen sobre el recurso del aire; esto se debe a la emisión de efluentes gaseosos, del material fino proveniente de la molienda del bagazo y varios puntos de la planta. Otro impacto negativo es en los efluentes líquidos y sólidos que se deberán tratar como mencionaremos a continuación.

Los impactos positivos se concentran principalmente en el Nivel de empleo y en la Economía.



## ESTRATEGIA PRELIMINAR DE MANEJO AMBIENTAL

### 12.1.5 EFLUENTES LÍQUIDOS

#### 12.1.5.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Impermeabilización de tanques para evitar posibles fugas.
- Reducción de la cantidad de vertido en la planta.
- Construcción de una planta de tratamiento de efluentes líquidos, para aguas provenientes del proceso, pluvial y sanitario.

#### 12.1.6 EFLUENTES SÓLIDOS

- Seguimiento y control continuo del proceso, con el fin de tener máximo control sobre los efluentes generados.
- Capacitación del personal y la sociedad sobre el tipo de efluente generado y los tratamientos que se realizarán al mismo.
- Tercerización del servicio de recolección y disposición final de efluentes líquidos.
- Utilización de bagazo como combustible.

#### MEDIO PERCEPTUAL

- Construcción de tanques de almacenamiento al ras del piso, colores armónicos con la naturaleza o dentro del edificio.
- Construcción de barreras visuales colocando, por ejemplo, una cortina de árboles o aplicando una arquitectura regional adecuada al entorno.

### 12.1.7 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN.

El normal funcionamiento de la planta generará residuos líquidos. Estos residuos líquidos provenientes de las distintas fases del proceso de producción se purifican en plantas de tratamiento, con el propósito de eliminar todas las sustancias que puedan producir un impacto adverso al medio ambiente. Como se dijo anteriormente es necesario tratar los residuos tanto líquidos como sólidos que se generan.



## 12.1.8 Efluentes líquidos

La tecnología seleccionada demanda grandes volúmenes de agua para el proceso. Entre las distintas alternativas para el tratamiento de los efluentes líquidos se pueden citar: los sistemas de lagunas de estabilización anaeróbicas, facultativas, o sistemas facultativos, sistemas aireados de lodos activados, lagunas aireadas, sistemas anaeróbicos de reactores de flujos ascendentes o de flujos descendentes, lagunas cubiertas, etc.

En los sistemas convencionales de tratamiento de efluentes líquidos se contempla lo siguiente:

- **Pre tratamiento**

Consiste en un proceso de separación de los sólidos de mayor tamaño. El pre tratamiento viene dimensionado de acuerdo con las características del efluente a tratar de acuerdo a su origen. Una batería de rejillas, que permite retener los sólidos de tamaños mayores o iguales a 1,5 mm de diámetro son usados para el efluente que proviene de la planta celulósica, generados en la playa de almacenaje de bagazo y desmedulado en suspensión, las etapas de depuración de la pulpa marrón, y las etapas de lavado. Una vez que el efluente pasa por el pre-tratamiento es conducido al tratamiento primario. Los sólidos generados en esta etapa son conducidos a un sistema de disposición relleno sanitario.

- **Tratamiento primario**

En el tratamiento primario se separan la mayor cantidad posible de los sólidos suspendidos en el seno del efluente con el objeto de reducir la carga orgánica del mismo (DBO). Cuando estos sólidos poseen una densidad más elevada que el líquido en el cual se hallan contenidos, el proceso usado es la decantación o sedimentación. En este, se consigue la separación de los sólidos con mayor densidad que el líquido (efluente) a través de la acción de la gravedad sobre el sistema por un cierto tiempo con la mínima incidencia de turbulencia, a fin de permitir que la fase sólida (densa) se separe en la parte inferior del equipo, mientras que el líquido clarificado forma la fase sobrenadante, consiguiendo la separación de las fases. El equipo decantador continuo usado normalmente suelen ser el decantador circular.

- **Tratamiento secundario**

Conocido también como tratamiento biológico. En este caso los efluentes se unifican, los que provienen de la planta celulósica como los de la planta de CMC en una cámara de compensación, ecualización y posteriormente por una etapa aeróbica de sistemas



de lodos activados, siendo un sistema compacto que permite la reducción de la carga orgánica hasta los parámetros exigidos por las normas ambientales en el país.

### 12.1.9 Efluentes gaseosos

Se generan en varios puntos de la industria, a saber, caldera de recuperación, caldera de producción de vapor para la planta, planta general. El punto de generación en las calderas lo constituye la emisión de los gases de combustión, en tal sentido se prevé dos aspectos fundamentales.

1. Control de calidad de combustión, a través de analizadores de gases y manejo operativo del proceso.
2. Retención de material particulado, sistemas de retención consistentes en precipitadores electrostáticos para la caldera de recuperación con lavadores de gases y sistemas secos de trampas. En la generación puntual o difusa de gases dentro de la línea de producción, se prevé mitigar las emisiones a través del encapsulamiento y aspiración combinados con las trampas ciclones, filtro de mangas y lavadores de gases dependiendo de la naturaleza del proceso generador.

### 12.1.10 Efluentes sólidos

La generación de residuos sólidos proviene del desmedulado en suspensión. Luego de eliminar el excedente son quemados en la caldera de recuperación, por otro lado se tienen los rechazos del proceso de depurado que poseen el mismo destino, a la totalidad de sólidos generados que no pueden usarse como combustibles (arena, piedras o bien aquellos que constituyen los residuos de estos, como cenizas de la caldera de la planta de CMC sumado a los sólidos del sistema de la planta de tratamiento de efluentes, como son los sólidos del tratamiento primario, y los lodos biológicos del tratamiento secundario, son dispuestos en un relleno sanitario.

## PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

La reducción de costos en tratamiento y disposición final de grandes volúmenes de residuos, los costos de producción, mediante la correcta manipulación de las materias primas, y la eficiencia del proceso, son ventajas que se obtienen minimizando la generación de desechos. Esta práctica también permite lograr el cumplimiento de las regulaciones y logra una amplia mejora de la imagen pública de la empresa.

Hay diversas alternativas para minimizar la generación de residuos. Entre ellas podemos citar las buenas prácticas de operación, las 3 R de medioambiente (recuperación, reúso y reciclaje de materiales, tanto, dentro del proceso mismo como fuera de él). Éstas pueden reducir en un altísimo porcentaje los materiales consumidos y así contribuir positivamente a la reducción de costos y a la eficiencia del proceso. Además, estas medidas solamente requieren de la capacitación del personal de la empresa, por lo que la recuperación de la inversión sería casi inmediata.



## CONCLUSIÓN

Establecer la fábrica en un área industrial conlleva numerosas ventajas de gran importancia, como la disponibilidad de una infraestructura especializada, acceso a recursos y proveedores, una mano de obra altamente capacitada y oportunidades de colaboración con otras empresas, así como consideraciones regulatorias y permisos. El Parque Industrial de Tucumán proporciona los recursos esenciales para garantizar el funcionamiento adecuado de la empresa.

Como se puede evidenciar en la matriz, la empresa no emite residuos altamente peligrosos que puedan causar daños al ecosistema, a su personal o a la población local. Además, la mayoría de los residuos generados son de naturaleza líquida y se someten a un tratamiento eficaz, lo que permite la reutilización.

Cabe destacar que los impactos generados por la operación de la industria tienen capacidad de ser revertidos, dado que su magnitud es mínima, una vez que el proyecto llega a la fase de cierre.



## CAPÍTULO N ° 13: HIGIENE Y SEGURIDAD

### INTRODUCCIÓN

La seguridad y la higiene son aspectos fundamentales en cualquier entorno laboral. Están estrechamente relacionadas con la salud y el bienestar de los trabajadores, así como con la eficiencia y la productividad en las organizaciones. En este capítulo, se abordarán de manera exhaustiva los conceptos, principios y prácticas relacionados con la seguridad y la higiene en el ámbito laboral.

El objetivo principal de este capítulo es proporcionar una comprensión sólida de la importancia de la seguridad y la higiene en el entorno laboral, así como analizar su influencia en la prevención de accidentes y enfermedades profesionales. Este conjunto de medidas para la seguridad y la salud en el trabajo promoverá la prevención ante cualquier contingencia que surja, al tiempo que contribuirá a lograr una producción de alta calidad.

Se busca establecer una base sólida para comprender cómo la seguridad y la higiene en el trabajo son aspectos esenciales para el funcionamiento eficaz y sostenible de cualquier empresa u organización. Asimismo, se resalta un papel en la promoción del bienestar de los trabajadores y en la reducción de los costos asociados con accidentes y enfermedades laborales.

### LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD

La ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y sus decretos Reglamentarios 351/79 y 1338/96 determinan las condiciones de seguridad que deben cumplir cualquier actividad industrial en todo el territorio de la República Argentina.

#### **Condiciones generales de Construcción y Sanitarias**

La construcción, modificación y reparación de edificios y establecimientos se llevarán a cabo de acuerdo con las normas de urbanismo y construcciones vigentes.

Los suelos deberán ser sólidos y no resbaladizos, especialmente en áreas donde se manejen sustancias tóxicas, garantizando que sean resistentes, impermeables y sin poros.

En situaciones en las que pueda haber derrames líquidos, se implementarán sistemas de drenajes adecuados.

Las paredes interiores, techos, puertas y ventanas se mantendrán en condiciones óptimas de limpieza. Los espacios de trabajo y las áreas de tránsito, como pasillos, se mantendrán libres de obstáculos para permitir un desplazamiento seguro, especialmente en situaciones de emergencia.

Los espacios entre las máquinas y equipos se diseñarán con amplitud suficiente para permitir el movimiento del personal sin riesgo de accidentes.

En línea con estas directrices, la planta será construida de acuerdo con las normativas de planificación urbanas vigentes, asegurando que se cumplan todas las condiciones



necesarias para que los trabajadores puedan desempeñar sus labores de manera segura y cómoda.

### **Ruidos y Vibraciones**

Sabemos que trabajar en un ambiente ruidoso puede alterar el sueño, producir cansancio, irritabilidad, dolor de cabeza y náuseas, y en algunos casos afectar a la salud mental, ya que a veces provoca síntomas de ansiedad e incrementa la desazón y el estrés. También afecta negativamente a nuestra relación con los demás y el entorno, por ejemplo, creando malos entendidos en una conversación.

La evaluación de este riesgo se lleva a cabo mediante la realización de mediciones de sonido en diversas fuentes y mediante cálculos, se determina si los niveles en cada área de trabajo exceden el límite máximo permitido. Para llevar a cabo estas mediciones, se utiliza un dispositivo llamado decibelímetro integrador. El profesional de Seguridad e Higiene puede realizar la evaluación y así poder determinar la frecuencia de medición y las medidas necesarias para minimizar su impacto.

De acuerdo con la normativa, si los niveles de sonido son inferiores a 85 decibeles en promedio durante un periodo continuo, se realizarán controles periódicos para verificar que los niveles siguen siendo bajos y para detectar cualquier cambio debido a la introducción de nuevos equipos, sistemas de ventilación, falta de mantenimiento, entre otros factores.

Si los niveles de sonido superan los 85 decibeles, se tomarán medidas para reducir el ruido en la fuente de origen tanto como sea posible. Además, se colocarán señales que indiquen la necesidad de utilizar protectores auditivos y se proporcionarán protectores auditivos al personal.

En nuestro caso no hay presencia de equipos que generen niveles elevados de ruido en el área de trabajo. Sin embargo, es esencial proporcionar protectores auditivos a todo el personal que se encuentre en la planta como una medida preventiva debido a la exposición prolongada incluso a niveles de ruido relativamente bajos.

### **Ventilación**

La función principal de la ventilación en los espacios de trabajo es preservar un entorno ambiental que no afecte negativamente la salud de los empleados. Además, se requiere que los lugares de trabajo tengan la capacidad de ventilarse de manera natural. La cantidad mínima de ventilación necesaria en estos espacios se determina en función de la cantidad de personas presentes y de las actividades realizadas.

En el caso de la planta que se describe en este proyecto, la mayoría de las instalaciones se encuentran al aire libre, lo que resulta en requisitos de ventilación bastante bajos debido a la disponibilidad de ventilación natural.

### **Iluminación y color**



Una buena iluminación ayuda a mantener una buena limpieza de las instalaciones y contribuye a la productividad y bienestar del trabajador, reduciendo habituales trastornos visuales.

Según lo establecido por ley, la iluminación en los puestos de trabajo debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

1. La composición espectral de la luz debe ser adecuada a la tarea a realizar:
  - Generalmente se adopta una iluminación mínima de 150 lux en pasillos, bodegas, comedor y servicios sanitarios.
  - En las zonas de materias primas, molienda, sala de reactores, neutralización, recuperación de solvente y secado, la iluminación mínima será de 300 lux.
  - En zonas de trabajo como ser las de purificación, producto terminado y zona de tamizado y envasado se adoptará una iluminación mínima de 500 lux.
  - En oficinas y laboratorios se adoptará una iluminación mínima de 700 lux. Se promoverá la iluminación natural y se complementará con luz artificial.
  - En todo establecimiento donde se realicen tareas en horarios nocturnos o que cuenten con lugares de trabajo que no reciben luz natural en horarios diurnos deberá instalarse un sistema de iluminación de emergencia. Este sistema suministrará una iluminancia no menor de 30 luxes a 80 cm del suelo y se pondrá en servicio en el momento de corte de energía eléctrica, facilitando la evacuación del personal en caso necesario e iluminando los lugares de riesgo.
  - El control de ello se realizará por el profesional de Seguridad e Higiene con un luxómetro debidamente calibrado.
2. Se debe evitar el efecto estroboscópico.
3. Las fuentes de iluminación no deben producir deslumbramiento, directo o reflejado.
4. Estos niveles de iluminación mencionados anteriormente son establecidos en el Decreto **351/79 que Reglamenta la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Capítulo 12 - Iluminación y Color**, ver [Ecofield - Higiene y Seguridad en el Trabajo - Decreto 351/79 Anexo IV](#)
5. La provisión de luz adoptada no deberá alterar los colores. Y para estos últimos, adoptamos la Norma IRAM 10005 para establecer los colores de seguridad y las formas y colores de las señales de seguridad a emplear para identificar lugares, objetos, o situaciones que puedan provocar accidentes u originar riesgos a la salud. A continuación, vemos el cuadro resumen de los colores de seguridad y colores de contraste de contraste y el cuadro de especificación de los colores de seguridad y de contraste Color de seguridad Designación según norma IRAM-DEF D I 054.

Color de Seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color de contraste
Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pararse</li> <li>Prohibición</li> <li>Elementos contra incendio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señales de detención</li> <li>Dispositivos de parada de emergencia</li> <li>Señales de prohibición</li> </ul>	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
Amarillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precaución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante)</li> </ul>	Triángulo de contorno negro	Negro	Amarillo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Advertencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.</li> </ul>	Banda de amarillo combinado con bandas de color negro		
Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condición segura</li> <li>Señal informativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de rutas de escape, Salida de emergencia, Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc.</li> </ul>	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde
Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatoriedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatoriedad de usar equipos de protección personal</li> </ul>	Círculo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

Tabla: 49 cuadro resumen de los colores de seguridad, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

Color de seguridad	Designación según norma IRAM-DEF D I 054
Amarillo	05-1-040 (Brillante) 05-3-090 (Fluorescente) 05-2-040 (Semimate) 05-3-040 (Mate)
Azul	08-1-070 (Brillante) 08-2-070 (Semimate)
Blanco	11-1-010 (Brillante) 11-2-010 (Semimate) 11-3-010 (Mate)
Negro	11-1-060 (Brillante) 11-2-070 (Semimate) 11-3-070 (Mate)
Verde	01-1-160 (Brillante) 01-3-150 (Mate)
Rojo	03-1-050 (Brillante)

Tabla: 50 Especificación de los colores de seguridad y de contraste Color de seguridad, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

### Instalaciones eléctricas

Ninguna de las partes de una instalación que normalmente está bajo tensión, deberá ser accesible al contacto con las personas. La protección se logrará mediante aislación adecuada de las partes y dichos elementos de protección serán de la suficiente rigidez mecánica para que impidan que, por golpes o presiones, se pueda establecer contacto eléctrico con las partes bajo tensión. La toma de tierra está formada por el conjunto de dispositivos que permiten vincular con tierra el conductor de protección. Esta toma se realizará mediante electrodos, dispersores, placas, cables o alambres cuya configuración y materiales deberán cumplir con las Normas IRAM respectivas. Se deberá tomar además las medidas necesarias para prevenir el contacto indirecto como con partes metálicas (masas) puestas accidentalmente bajo tensión a raíz de una falla de aislamiento.



## Protección contra incendios

Esto comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento tanto para los ambientes como para los edificios, aún para los trabajos fuera de estos y en la medida que las tareas lo requieran.

Los objetivos a cumplir son:

1. Dificultar la iniciación del incendio.
2. Evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos.
3. Asegurar la evacuación de las personas.
4. Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
5. Proveer instalaciones de detección y extinción. En base a esto se establecerán las siguientes medidas:

-Mantener los depósitos de combustible en lugares apartados de las zonas de trabajo y el cubrimiento de los materiales próximos con lonas ignífugas.

- Colocar carteles con plano de localización.

-Señalizar las áreas en las que se prohíbe fumar y hacer cumplir con dicha prohibición.

-Instalar sistemas de detección y alarma. Detectores de humo y térmicos según la zona. Los sensores activarán una alarma en el panel central de control que se encuentra monitoreado constantemente.

-Realizar un mantenimiento preventivo de equipos para evitar goteos y fugas. En caso de que presenten un estado deficiente, sustitución de estos.

-Supervisión ocular cada cierto tiempo en zonas peligrosas y proclives a la generación de un incendio.

-Protección y aislación del cableado de las instalaciones. Así mismo, es conveniente realizar una revisión eléctrica por profesionales de manera periódica y, si fuese necesario, renovar el circuito eléctrico. Establecer una ventilación forzada que permita la evacuación de humos. - Disponer de una conexión a tierra en aquellas máquinas que generen electricidad estática. -Colocar extintores y bocas de incendio (Los tipos de fuego que predominan son A, B, y BC), mantenimiento de los equipos contra incendios y periódicos ejercicios de evacuación simulada.

## SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS EXTINTORES

Para señalar la ubicación de un matafuego se debe colocar una chapa baliza, tal como lo muestra la figura siguiente. Esta es una superficie con franjas inclinadas en 45° respecto de la horizontal blancas y rojas de 10 cm de ancho. La parte superior de la chapa deberá estar ubicada a 1,20 a 1,50 metros respecto del nivel de piso. Se debe indicar en la parte superior derecha de la chapa baliza las letras correspondientes a los tipos de fuego para los cuales es apto el matafuego ubicado. Las letras deben ser rojas en fondo blanco tal como lo muestra la imagen 13.1. El tamaño de la letra debe ser suficientemente grande como para ser vista desde una distancia de 5 metros.

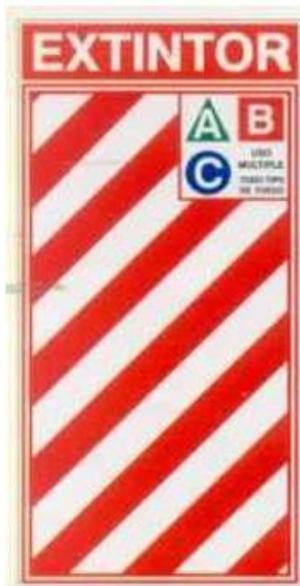


Figura: 64 Imagen de señalización de equipos extintores, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

Los símbolos para la identificación de las clases de fuego es la siguiente:

CLASES DE FUEGO	SIMBOLO	EJEMPLO
A	Triángulo que encierra en su interior una letra A	
B	Cuadrado que encierra en su interior una letra B	
C	Círculo que encierra en su interior una letra C	
D	Estrella que encierra en su interior una letra D	

Figura: 65 Símbolos de las clases de fuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

Además de la señalización anterior, para la ubicación del matafuego sea visto desde distancias lejos se debe colocar una señal adicional a una altura de dos o dos metros y medio respecto del nivel de piso tal como lo muestra la siguiente figura:



Figura: 66 Señalización de ubicación del matafuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

También puede utilizarse la siguiente figura opcional:



Figura: 67 Señalización de ubicación del matafuego, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

### SEÑALIZACIÓN DE NICHOS O HIDRANTES

Se debe colocar sobre el nicho o hidrante una señal en forma de cuadrado con franjas rojas y blancas a 45° a una altura de dos o dos metros y medio respecto del nivel de piso tal como lo muestra la siguiente figura. El lado de cada cuadrado debe ser de 0,30 metros.



Figura: 68 Señalización de nichos hidrantes, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

### SEÑALIZACIÓN DE PULSADORES DE ALARMAS DE INCENDIO

Se debe colocar sobre el pulsador una señal en forma de círculo de color rojo a una altura de dos metros respecto del nivel de piso tal como lo muestra la siguiente figura. El círculo debe tener 0,150 metros de diámetro.

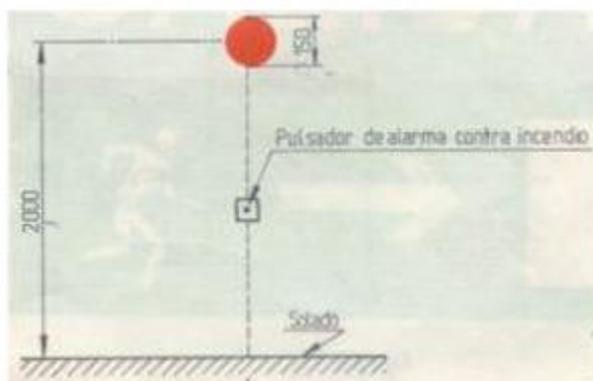


Figura: 69 Señalización de pulsadores de alarmas de incendio, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

### SEÑALIZACIÓN DE MEDIOS DE ESCAPE

Se puede pintar la salida de emergencia tal como lo muestra la siguiente imagen

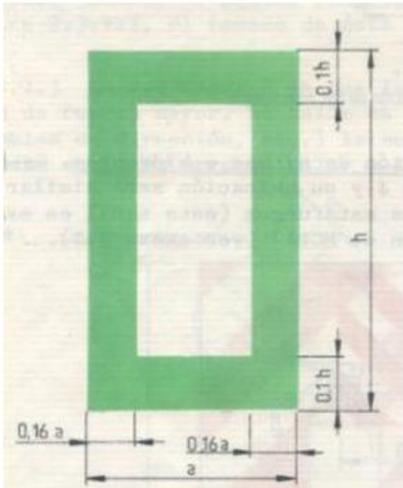


Figura: 70 Señalización de pulsadores de medios de escape, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

A su vez puede señalizarse la ubicación para ser vista desde distintos lugares los siguientes carteles:



Figura: 71 Señalización de pulsadores de medios de escape, Fuente: IRAM 10005.pdf (ciscal.com.ar)

### Elementos de protección personal

Los elementos de protección personal son fundamentales para prevenir accidentes laborales y enfermedades ocupacionales cuando se enfrentan riesgos específicos que no pueden ser eliminados o aislados de otra manera.

Es responsabilidad del empleado proporcionar estos elementos, y en ciertas categorías deben estar certificados por organismos reconocidos por la Secretaría de Comercio Argentina, como el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) y Underwriters Laboratories (UL).

La ley 16744 sobre Accidentes y Enfermedades Profesionales, en su artículo 68, establece que las empresas deben suministrar a sus empleados los equipos de protección necesarios sin cobrarles su costo.

Los principales requisitos de los elementos de protección personal incluyen:

- Brindar la máxima comodidad al trabajador, con un peso mínimo que no afecte su eficiencia en la protección.

- No deben restringir los movimientos del trabajador.
- Tienen una larga vida útil.
- Cumplir con las normativas de fabricación.

Los elementos de protección personal se dividen en distintas categorías:

1. Protección a la cabeza (cráneo).
2. Protección de ojos y cara.
3. Protección de oídos.
4. Protección de las vías respiratorias.
5. Protección de manos y brazos.
6. Protección de pies y piernas.
7. Cinturones y arneses de seguridad para trabajos en altura.
8. Ropa de trabajo.
9. Ropa protectora.



Figura: 72 Elementos de protección personal, Fuente:1.839 en la categoría «Cartoon working safety glasses» de fotos e imágenes de stock libres de regalías | Shutterstock

### Protección en Máquinas, Equipos y Herramientas

Los sistemas de protección de las máquinas deben estar asociados al riesgo que pudieran generar, con el objetivo de eliminar o reducir la posibilidad de ocurrencia de un accidente. Estos sistemas deben implementarse en forma conjunta con la supervisión del servicio de higiene y seguridad, el entrenamiento de los trabajadores en el uso de la máquina y la capacitación sobre métodos y procedimientos de trabajo seguro.

El riesgo mecánico incluye aquellos riesgos presentes durante el proceso de trabajo, fallas, cercanía a equipos y el mantenimiento de las máquinas. Los mismos pueden



ser por contacto, atrapamiento, golpes, cortes y/o materiales proyectados desde la máquina.

La norma IRAM 3578 describe el estándar de protecciones de seguridad en maquinarias, para ello diferencia los distintos tipos de resguardos y los dispositivos de seguridad.

### **Buenas prácticas en el trabajo**

#### **Lugar de trabajo:**

- Mantenga el orden y la limpieza.
- Asegurarse de la correcta señalización de las áreas de trabajo, las partes móviles de máquinas, herramientas, riesgos, desniveles, carga máxima admisible, etc.
- Coloque cartelería de uso obligatorio de EPP.
- Tenga en cuenta que la iluminación debe ser la adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesaria.
- Una ventilación adecuada contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudique la salud de los trabajadores.

#### **Antes de comenzar a trabajar:**

- Controlar el buen estado de los cables, enchufes y tomacorrientes.
- Verificar que las protecciones de las máquinas y de las herramientas se encuentren instaladas y correctamente ajustadas.
- Controlar que las máquinas, equipos y herramientas cuenten con comandos de parada de emergencia (tipo hongo/barra/cable), que funcionen correctamente y que se encuentren al alcance del trabajador.
- En las herramientas los mangos y extremos deben estar sujetos firmemente.
- Mantener la superficie de trabajo en orden y libre de obstáculos.
- Utilizar los elementos de protección personal.
- La ropa de trabajo se ajustará bien al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.

#### **Durante el uso de la máquina o herramienta:**

- Utilice la máquina o herramienta para lo que está diseñada, solamente si está autorizado y capacitado para realizar la tarea.
- Utilice los elementos de protección personal acorde al riesgo durante toda la operación.
- De ser necesario sujetar la pieza, en lo posible utilice dispositivos de sujeción específicos como mordazas, morsa, mesas con guías de sujeción, etc.



- Ante un desperfecto, apague y desconecte el equipo, dé aviso al supervisor o encargado.

#### **Al terminar de trabajar:**

- Verifique el estado de la máquina, equipo o herramienta.
- Ordene el área de trabajo.
- Guarde los elementos de protección personal según las indicaciones de mantenimiento y conservación del fabricante o del Servicio de Higiene y Seguridad.
- En el caso de una máquina o herramienta dañada, se debe señalar hasta su reparación.

#### **Factores de la organización del trabajo:**

La organización del trabajo puede ser dinámica o rutinaria, generando cambios positivos y negativos en la tarea diaria del trabajador. Por ejemplo, un cambio de tecnología aumentará la atención del trabajador porque su tarea no es la habitual. Es recomendable durante la jornada, realizar pausas cortas. El acostumbramiento a una tarea y el trabajo continuo sin pausas disminuye la capacidad de atención del trabajador sobre la herramienta de trabajo y aumenta el riesgo de accidentes. Algunos de los factores de la organización del trabajo son:

- Tiempo de trabajo.
- Trabajo por turnos.
- Ritmo de trabajo.
- Autonomía.
- Carga mental.

#### **Recomendaciones Prácticas**

##### **Trabajador**

- Colaborar en el mantenimiento de máquinas, equipos y herramientas.
- Antes de comenzar a operar máquinas, equipos o herramientas, verificar que cuenten con sus dispositivos de seguridad.
- No introducir las manos, dedos, brazos u otras partes del cuerpo en zonas de atrapamiento de herramientas y/o dispositivos móviles. Mantenerlas todo el tiempo a una distancia prudencial de las mismas.
- Utilizar y conservar los elementos de protección personal, asignados de acuerdo al riesgo al que se encuentra expuesto. Tener presente que el uso de guantes en zonas de contacto puede ocasionar un riesgo adicional de atrapamiento.



- Utilizar ropa de trabajo ajustada, en lo posible, sin bolsillos o partes que puedan quedar enganchadas. Del mismo modo, evitar el uso de anillos, cadenas y pelo largo sin atar, entre otros.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento deben realizarse únicamente por personal autorizado y con los equipos desenergizados o -en caso contrario- se efectuarán fuera de la zona de contacto.
- Revisar el correcto estado de las herramientas a la hora de realizar operaciones de mantenimiento y reparación.
- Notificar la falta o la incorrecta ubicación de la cartelería de seguridad como así también cualquier desperfecto en las máquinas, equipos y herramientas.
- Colaborar con el orden y limpieza de los lugares de trabajo.

## MANEJO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO

### 13.1.1 HIDRÓXIDO DE SODIO

#### Información toxicológica

- Toxicidad aguda: No se clasificará como toxicidad aguda.
- Corrosión o irritación cutánea: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- Lesiones oculares graves o irritación ocular: Provoca lesiones oculares graves. Sensibilización respiratoria o cutánea No se clasificará como sensibilizante respiratoria o sensibilizante cutánea.
- Mutagenicidad en células germinales: No se clasificará como mutágeno en células germinales.
- Carcinogenicidad: No se clasificará como carcinógeno.

#### Manipulación y almacenamiento

- Precauciones para una manipulación segura: se debe manipular y abrir el recipiente con prudencia. Evitar la producción de polvo. Las áreas sucias se deben limpiar bien.
- Recomendaciones sobre medidas generales de higiene en el trabajo: Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades: Almacenar en un lugar seco. Mantener el recipiente herméticamente cerrado. Sólido higroscópico.
- Sustancias o mezclas incompatibles: Observe el almacenamiento compatible de productos químicos. Materiales incompatibles: diferentes metales, aluminio, zinc, estaño, latón.



- Proteger contra la exposición externa, como la humedad.
- Atención a otras indicaciones: Diseño específico de locales o depósitos de almacenamiento Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 – 25 °C.

### Primeros auxilios

- Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada. Autoprotección de la persona que preste los primeros auxilios.
- En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
- En caso de contacto con la piel: Lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que auterizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar.
- En caso de contacto con los ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso.
- En caso de ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).
- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados: Corrosión, Peligro de ceguera, Perforación de estómago, Riesgo de lesiones oculares graves.
- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente: ninguno

### Medidas de lucha contra incendios

- Medios de extinción



- Medios de extinción apropiados: medidas coordinadas de lucha contra incendios en el entorno: agua, espuma, espuma resistente al alcohol, polvo extinguidor seco, polvo ABC Medios de extinción no apropiados: chorro de agua

### Medidas en caso de vertido accidental

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.



- Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. No respirar el polvo.
- Precauciones relativas al medio ambiente: Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas. Retener y eliminar el agua de lavado contaminada.
- Métodos y material de contención y de limpieza: Consejos sobre la manera de contener un vertido Cierre de desagües. Recoger mecánicamente.
- Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido: Recoger mecánicamente. Control del polvo.
- Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas: Colocar en recipientes apropiados para su eliminación. Ventilar la zona afectada.

### Información ecológica

- Toxicidad: No se clasificará como peligroso para el medio ambiente acuático.
- Persistencia y degradabilidad: No se dispone de datos.
- Potencial de bioacumulación No se dispone de datos.

## 13.1.2 ETANOL

### Información toxicológica

- Toxicidad aguda: No se clasificará como toxicidad aguda.
- Corrosión o irritación cutánea: No se clasificará como corrosivo/irritante para la piel. Lesiones oculares graves o irritación ocular: Provoca irritación ocular grave.
- Sensibilización respiratoria o cutánea: No se clasificará como sensibilizante respiratoria o sensibilizante cutánea.
- Mutagenicidad en células germinales: No se clasificará como mutágeno en células germinales.
- Carcinogenicidad: No se clasificará como carcinógeno.
- Toxicidad para la reproducción: No se clasificará como tóxico para la reproducción. Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única: No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición única).
- Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida: No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición repetida).
- Peligro por aspiración: No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.
- Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas:



- En caso de ingestión: vómitos, dolor abdominal, náuseas, perjudica el hígado si la exposición se traga prolongadamente o repetidas veces, pérdida de reflejos y ataxia.
- En caso de contacto con los ojos: provoca irritación ocular grave.
- En caso de inhalación: somnolencia, narcosis, vértigo, dificultades respiratorias, estado de embriaguez.

### Manipulación y almacenamiento

- Precauciones para una manipulación segura: Prever una ventilación suficiente. Usar ventilador (laboratorio).
  - Medidas de prevención de incendios, así como las destinadas a impedir la formación de partículas en suspensión y polvo:
- Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas
- No fumar.
- Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas: Debido al peligro de explosión, evitar pérdidas de vapores en bodegas, alcantarillas y cunetas.
  - Recomendaciones sobre medidas generales de higiene en el trabajo:
- Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo.
- Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. No fumar durante su utilización.
- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades: Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. Proteger de la luz del sol.
  - Sustancias o mezclas incompatibles: Observe el almacenamiento compatible de productos químicos. Materiales incompatibles: Artículos de caucho, diferentes plásticos. Mantener o almacenar alejado de sustancias comburentes.
  - Atención a otras indicaciones: Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.
  - Requisitos de ventilación: Utilización de ventilación local y general.
  - Diseño específico de locales o depósitos de almacenamiento: Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 – 25 °C.

### Primeros auxilios

- Quitar las prendas contaminadas.
- En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.
- En caso de contacto con la piel: Aclarar la piel con agua/ ducharse. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

- En caso de contacto con los ojos: Mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca por lo menos durante 10 minutos. En caso de irritación ocular consultar al oculista.
- En caso de ingestión: Enjuagarse la boca. Llamar a un médico si la persona se encuentra mal.
- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados: Irritación, Náuseas, Vómitos, Dolor abdominal, Dificultades respiratorias, Vértigo, Somnolencia, Narcosis, Pérdida de reflejos y ataxia.
- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente: ninguno.

### Medidas de lucha contra incendios

#### Medios de extinción



- Medios de extinción apropiados: medidas coordinadas de lucha contra incendios en el entorno: agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo extinguidor seco, polvo BC, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
- Medios de extinción no apropiados: chorro de agua.
- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla: Combustible. En caso de ventilación insuficiente y/o al usarlo, pueden formarse mezclas aire/vapor explosivas/inflamables. Los vapores de disolventes son más pesados que el aire y se pueden extender por el suelo. Cabe prever la presencia de sustancias o mezclas combustibles sobre todo allí donde no llega la ventilación como, por ejemplo, en zonas no ventiladas situadas por debajo del nivel del suelo como fosas, canales y pozos. Los vapores son más pesados que el aire, se extienden por el suelo y forman mezclas explosivas con el aire. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.
- Productos de combustión peligrosos: En caso de incendio pueden formarse: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios: En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos. Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Llevar un aparato de respiración autónomo.

#### Medidas en caso de vertido accidental

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.



- Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. No respirar los vapores/aerosoles. Prevención de las fuentes de ignición.
- Precauciones relativas al medio ambiente: Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas. Retener y eliminar el agua de lavado contaminada.
- Métodos y material de contención y de limpieza: -Consejos sobre la manera de contener un vertido: Cierre de desagües.
- Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido: Absorber con una sustancia aglutinante de líquidos (arena, harina fósil, aglutinante de ácidos, aglutinante universal).
- Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas: Colocar en recipientes apropiados para su eliminación. Ventilar la zona afectada.

### Información ecológica

- Toxicidad aguda: No se clasificará como toxicidad aguda.

-Persistencia y degradabilidad:

- Demanda Teórica de Oxígeno: 2,084 mg/mg
- Dióxido de Carbono Teórico: 1,911 mg/mg

-Biodegradación: La sustancia es fácilmente biodegradable.

## 13.1.3 ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO

### Información toxicológica

- Toxicidad aguda.
- Corrosión o irritación cutáneas: Corrosivo
- Lesiones o irritación ocular graves: Efectos irreversibles en los ojos, provoca lesiones oculares graves.
- Sensibilización respiratoria o cutánea: No es sensibilizante para la piel.
- Carcinogenicidad: Sin datos disponibles.
- Toxicidad para la reproducción: Sin datos disponibles.
- Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única: Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias. - Vías respiratorias.
- Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas: Sin datos disponibles.
- Peligro de aspiración: Sin datos disponibles.



## Manipulación y almacenamiento

Precauciones para una manipulación segura:

- Trabajar bajo campana extractora. No inhalar la sustancia/la mezcla.
- Medidas de higiene: Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.
- Condiciones de almacenamiento: Bien cerrado. Seco. Manténgase el recipiente en un lugar bien ventilado. Mantenerlo encerrado en una zona únicamente accesible por las personas autorizadas o calificadas.
- Protección personal: Protección de los ojos/ la cara: Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro.

## Medidas de lucha contra incendios

- Medios de extinción apropiados: Agua Espuma Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Polvo seco.
- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla:

-Óxidos de carbono.

- Gas cloruro de hidrógeno

- Inflamable.

-El fuego puede provocar emanaciones de: Gas cloruro de hidrógeno, Fosgeno.

- Los vapores son más pesados que el aire y pueden expandirse a lo largo del suelo. -

En caso de fuerte calentamiento pueden producirse mezclas explosivas con el aire. -

En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios: Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada.

## Medidas en caso de vertido accidental

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia: Indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Indispensable evitar la formación y la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Asegúrese de una ventilación apropiada. Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, consulte con expertos.
- Precauciones relativas al medio ambiente: No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.



- Métodos y material de contención y de limpieza: Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames. Recoger con precaución, proceder a su eliminación. Aclarar. Evitar la formación de polvo.

#### Información ecológica

- Toxicidad: Toxicidad para los peces.
- Persistencia y degradabilidad: Biodegradabilidad aerobia - Tiempo de exposición 28 d Resultado: 69 % - Fácilmente biodegradable.
- Potencial de bioacumulación: Sin datos disponibles.
- Movilidad en el suelo: Sin datos disponibles.

### MANEJO DE PRODUCTO: CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA

#### 13.1.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

- Condiciones médicas generalmente agravadas por la exposición: Ninguna conocida.
- Principal ruta de entrada: Si se siguen los estándares industriales de higiene y procedimientos recomendados, no es probable la entrada del producto al cuerpo.
- No enlistado como cancerígeno por la NTP: (National Toxicology Program); no regulado como cancerígeno por la OSHA (Occupational Safety & Health Administration); no evaluado por la IARC (International Agency for Research on Cancer).
- Efectos sobre el ser humano reportados: Un único caso de dermatitis alérgica al contacto se reporta después de sostener contacto repetido durante un período largo (8 años) con CMC purificada.
- Efectos sobre animales reportados: Irritación ocular tras exposición al polvo de CMC sódica purificada. Estudios de laboratorio indican que la CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO no es mutágeno, ni teratógena, ni cancerígena y que no causa efectos en la reproducción.
- Al igual que la celulosa, el CMC en condiciones apropiadas, es biodegradable y no provoca trastornos en los depuradores de aguas residuales.
- Clase de contaminación (WGK): 1 - débil contaminante del agua.

#### 13.1.5 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- **Consideraciones de estabilidad:** Estable.



- **Incompatibilidad con:** Nada.

### 13.1.6 INFORMACIÓN SOBRE FLAMABILIDAD

- Polvo inflamable al ser finamente dividido y suspendido en el aire. Las superficies sujetas a derrames o empolvamiento pueden volverse resbalosas si se mojan.
- **Temperatura de bronceamiento:** 227 °C (440 °F)
- **Límites de inflamabilidad:** N/A
- **Temperatura de autoignición:** 370 °C (698 °F) como polvo.
- **Medios de extinción:** agua rociada, polvo químico, espumas o dióxido de carbono.
- **Procedimientos especiales de combate de fuego:** Ninguno
- **Riesgos inusuales de fuego y/o explosión:** El polvo es inflamable si es finalmente dividido y suspendido en el aire.
- **Productos de descomposición peligrosos:** Ninguno.
- **Productos de combustión peligrosos:** Monóxido de carbono, dióxido de carbono, humo.
- **Polimerización peligrosa:** No ocurre.

### 13.1.7 CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

- Puede depositarse en un vertedero apropiado, observando las disposiciones dictadas por las autoridades locales.

### 13.1.8 INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

- No es producto de transportación peligrosa.

### 13.1.9 INFORMACIONES REGLAMENTARIAS

- No se requiere etiquetado especial.

### 13.1.10 OTRAS INFORMACIONES

- **Medidas de control aplicables.**
- **Prácticas de higiene apropiadas:** No permita el contacto con los ojos. Evite respirar el polvo.
- Lávese abundantemente después del manejo.
- **Equipo de protección personal:** Gafas de seguridad.



- **Recomendaciones laborales:** Las fuentes lavaojos y regaderas de seguridad deben ser fácilmente accesibles. Manténgase los pisos limpios y secos.
- **Precauciones de manejo y almacenaje:** Manténgase el material lejos de fuentes de calor, chispas o flama directa. Para conservar la calidad del producto guárdese éste en envases sellados y en lugar seco alejado del calor y la luz solar.
- **Controles en ingeniería de diseño:** Deben procurarse ventilaciones adecuadas para mantener las concentraciones del polvo por debajo de los límites aceptables de exposición.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

### **Etapa de construcción: Riesgos y medidas a tomar:**

1.- Etapa de obra	2.- Riesgos por etapas	3.- Medidas de higiene y seguridad a adoptar
Posicionamiento en el sector de trabajo. Provisión y acopio de materiales, herramientas y equipos.	Caída de materiales y herramientas en proceso de descarga. Golpes, contusiones.  Rotura de equipos existentes. Obstrucción de espacios de circulación de personas o sistemas de emergencias. Caídas a nivel, tropiezos, resbalones.  Aplastamiento de pies y/o manos. Lumbalgias por esfuerzos por levantamiento/traslado incorrecto de cargas.  Impactos. Atropellamiento de personas.	Relevamiento del sector de trabajo. Delimitar áreas de trabajo con vallas/ cadenas plásticas y malla naranja plástica. Descarga de los materiales con auto elevador, disposición adecuada en el interior / exterior del edificio. Descarga manual de componentes y medios. Capacitación en levantamiento de cargas. Coordinar tareas. Uso de los E. y E.P.P. (Casco, anteojos de seguridad, ropa de trabajo, mentonera, gantes, calzado de seguridad, protectores auditivos, anteojos de seguridad, chaleco reflectivo). Utilización de auto elevador según requerimiento. Mantener zonas libres para translación de personas o sistemas de emergencias. Contar con personal señalero que advierta maniobras de vehículos y máquinas operando. Respetar normas de tránsito internas de planta y para peatones.
Obra civil.  Movimiento de suelo.  Armado de plateas.  Uso de retroexcavadoras y minicargadoras.	Caída a nivel y distinto nivel de operarios.  Golpes, contusiones, Heridas, Impactos. Aplastamientos por derrumbe. Atrapamiento.  Atropellamiento de	Uso de los E. y E.P.P. (Casco, anteojos de seguridad, ropa de trabajo, mentonera, gantes, calzado de seguridad, protectores auditivos, anteojos de seguridad, chaleco reflectivo). Uso de protectores de copa y guantes para operar máquinas que generen vibración y ruido. Delimitar zona de trabajo. Señalizar. Colocar vallas de contención perimetrales y apuntalar. Se deberá utilizar arnés de seguridad con doble cola de amarre anclado a línea de vida externa en caso de tener que permanecer en cercanías a la canalización y contar con personal



<p>Carga de escombros y tierra en camiones.</p>	<p>personas por vehículos de obra.  Impactos en cuerpo, golpes.  Elevado nivel de ruido.</p>	<p>vigía en cota cero. Coordinar con el comitente y responsable de proyecto el corte de las calles. Asegurar ausencia de servicios subterráneos existentes antes de iniciar las tareas de excavación. Realizar cateos de inspección. Contar con layouts de disposición de servicios. Verificar el buen estado de las herramientas manuales. Realizar chequeo preventivo de las máquinas. Contar con personal señalero. El área de trabajo deberá estar libre de toda persona durante las tareas de excavación y carga de escombros y tierra en camiones. Mantener el orden y limpieza del sector. Coordinar horarios y días de trabajo para evitar interferencias.</p>
<p>Montaje de naves.   Instalación de equipos (TKs, evaporadores, etc)   Uso de grúas, hidrogrúas, autoelevador.   Fajas, eslingas, grilletes.</p>	<p>Caída a nivel y distinto nivel de operarios.  Caída de herramientas, materiales desde altura.   Golpes, contusiones, Heridas, Impactos.  Aplastamientos.  Atrapamiento entre sistemas móviles.  Superposición de tareas en altura con superficie</p>	<p>Utilizar todos los Elementos de Protección Personal obligatorios homologados por normativas de organismos nacionales/internacionales (Casco, guantes de cuero, protección ocular, chaleco reflectivo, zapatos de seguridad con punta de acero, ropa de trabajo). Delimitar zona: señalizar con conos y malla plástica. Mantener la zona libre de obstáculos en piso. Delimitar zona de trabajo con conos. Liberar la zona de cualquier obstáculo que pueda ocasionar accidente. Las eslingas deberán estar certificadas, en buen estado y condiciones de uso No superponer tareas. Supervisión permanente de la carga. El personal que eslingue las cargas deberá estar capacitado y entrenado para la tarea. No posicionarse debajo de cargas suspendidas. Mantener distancia de seguridad. En la zona de trabajo sólo deberá permanecer personal autorizado. Restringir ingreso de personas ajenas a las tareas. Verificar estabilidad y firmeza del piso antes del posicionamiento de equipo grúa. Utilizar placas metálicas para fijación de patas niveladoras. No se deberán realizar las tareas si el piso se encuentra irregular: Se deberá detener la operación de posicionamiento y analizar procedimiento de trabajo. Se deberán suspender las tareas en caso de lluvia.   Coordinar y planificar posicionamiento de Grúa en sector de trabajo. Delimitar con malla naranja y señalizar el área de trabajo. Restringir el ingreso de personas ajenas a la operación. Contar con presencia de personal señalero, que indique y</p>



		<p>adverta maniobras para posicionamiento de vehículos. Verificar ausencia de personas en sector de posicionamiento. Confeccionar pre-uso equipo. Acuñar ruedas de unidad de transporte. Uso de cuñas de seguridad. Coordinar posicionamiento de grúa para evitar superposición / interferencias con personal responsable del sector antes inicio de las tareas. Contratista principal deberá asegurar que el área se encuentre libre de personas durante el posicionamiento de grúa.</p>
<p>Instalación de servicios para alimentación de los sectores de la planta.</p> <p>Tendido de cañerías, troncales y ramificaciones.</p> <p>Tendido de bandejas porta cables, cables,</p> <p>Instalación de blindo barras.</p>	<p>Caída a nivel y distinto nivel de operarios.</p> <p>Caída de herramientas, materiales desde altura.</p> <p>Golpes, contusiones, Heridas, Impactos.</p> <p>Aplastamientos. Atrapamiento entre sistemas móviles.</p> <p>Accidente por superposición de tareas en altura con superficie.</p> <p>Golpes en manos por uso de herramientas de mano (llaves fijas, martillos en mal estado).</p> <p>Corte en manos por manipulación de materiales con aristas filosas.</p> <p>Proyección de chispas</p>	<p>No posicionar operarios debajo de tareas y cargas, coordinar tareas. Utilizar herramientas de mano en buenas condiciones, uso de guantes apropiados para las tareas. Delimitar áreas en superficie. Evitar accidentes a propios y terceros. Coordinar tareas. Personal vigía a nivel de piso. Verificar interferencias aéreas y en superficie. Utilizar todos los EPP. Uso arnés doble cola amarre. 100% anclaje. Se deberán tender líneas de vida de cable de acero y morcetos para asegurar anclaje permanente durante traslación sobre parral. Uso de plataformas de elevación hidráulica y brazo articulado para acceso a parral. Se deberá estar anclado a la barquilla con un mosquetón y estructura durante el acceso a parral. Corte de energía de sistemas eléctricos en cercanías a tareas en altura. Verificar ausencia de tensión en sistemas de distribución eléctrica. Respetar distancias de seguridad. (Ver Anexo "Distancia de seguridad eléctrica" ) Contar con tablero eléctrico de obra en buenas condiciones: cables y fichas en buen estado. Llaves termomagnéticas, disyuntor diferencial, puesta a tierra. Verificar el buen estado de las herramientas eléctricas. Deberán contar con los dispositivos de seguridad de fábrica. Uso de discos de corte en buen estado. Chequeo preventivo de máquinas y herramientas antes de inicio de tareas (check list diario). Matafuegos ABC y mantas ignífugas. Uso de banco de trabajo con morsa para corte de materiales.</p>

ANEXO:" Distancia de seguridad eléctrica" 02\_guia\_preencion\_riesgo\_electrico\_ok\_.pdf (argentina.gov.ar)



	<p>en ojos, cara, cuerpo. Incendio. Quemaduras, cortes. Electrocución.</p>	
<p>Instalación de equipos, alineación.  Abrocado a piso. Ajustes. Pruebas de funcionamiento.</p>	<p>Accidentes en ojos, cara cuerpo en general por proyección de partículas.</p> <p>Golpes, cortes, contusiones atrapamiento con partes móviles equipos en línea en proceso de traslado y montaje. Aplastamiento por caída de cargas en proceso de traslado y montaje.</p> <p>Caída de herramientas, tornillos, tuercas, otros elementos de uso para el montaje. Consecuencias: Golpes. Contusiones. Heridas. Impactos. Atrapamiento entre sistemas móviles.</p> <p>Accidente por superposición de tareas.</p> <p>Golpes en manos por uso de herramientas de mano (llaves fijas, martillos) en mal estado.</p> <p>Shock eléctrico.</p>	<p>Utilización de todos los E.P.P. (Casco, mentonera, protección ocular, auditiva, guantes acordes a las tareas, calzado de seguridad, ropa de trabajo, chaleco reflectivo). Coordinar y planificar tareas. Utilizar herramientas de mano y eléctricas en buenas condiciones. Mantener el bloqueo de todas las energías y en puertas de ingreso a línea. Delimitar áreas en superficie. Evitar accidentes a propios y terceros. Supervisión permanente. Coordinar trabajos con usuarios del sector. Control de las energías.</p> <p>Mantener distancia de seguridad. Personal que opere vehículos industriales (autoelevador) deberá estar apto para el manejo y poseer carnet habilitante. Uso de cinturón de seguridad, contar con tabla de cargas y respetar cargas máximas, chequeo preventivo de equipo, transportar cargas según regla 1/3 y 2/3. No transitar por detrás de autoelevador mientras opera. Uso de fajas en buen estado para asegurar las cargas. No transportar personas. Las uñas deberán estar al ras de piso. Uso de fajas y grilletes acordes a las cargas. No posicionarse debajo de cargas suspendidas.</p> <p>Mantener distancia de seguridad. Asegurar cargas a trasladar con cadenas y estiradores; y fajas. No transitar por detrás autoelevador en marcha. Contar con personal guía que informe maniobras de vehículos. Contar con talero eléctrico de obra en buen estado: cables alimentación, fichas, protecciones (disyuntor diferencial, llaves termomagnéticas, puesta a tierra). Chequeo de herramientas eléctricas, cables, fichas, dispositivos de seguridad, discos, mangos. Utilizar banco de trabajo con morsa para tareas en caliente de ajustes de componentes. Uso de máscara facial, soldador, delantal y guantes de cuero. Contar con matafuegos ABC y pantallas ignífugas. Mantener el orden y limpieza del sector de trabajo. Liberar el área de todo objeto o producto inflamable.</p>



<p>Conexión de servicios a fuente de alimentación y equipo.</p>	<p>Caída a nivel. Tropiezos, resbalones. Golpes, contusiones.</p> <p>Heridas cortantes / punzantes por uso de herramientas manuales. Quemaduras. Electrocución.</p>	<p>Uso de todos los E. y E.P.P. (Casco, anteojos de seguridad, ropa de trabajo, mentonera, guantes, calzado de seguridad, protectores auditivos, anteojos de seguridad, chaleco reflectivo). Coordinar bloqueo de energía. Colocar candados de seguridad y tarjeta de identificación. Verificar ausencia de tensión en los sistemas de distribución. Verificar el buen estado de herramientas manuales. Contar con matafuego ABC. Solicitar permisos de trabajo especiales. Uso de ropa ARC Flash en interior de subestación. Sólo deberán desarrollar las tareas personal capacitado y especializado.</p>
<p>Retiro de bloqueos de energías en alimentación de servicios. Energización. Pruebas de funcionamiento. Ajustes.</p>	<p>Caída a nivel. Tropiezos, resbalones. Golpes, contusiones.</p> <p>Heridas cortantes / punzantes por uso de herramientas manuales.</p> <p>Quemaduras. Electrocución.</p>	<p>Uso de todos los E. y E.P.P. (Casco, anteojos de seguridad, ropa de trabajo, mentonera, guantes, calzado de seguridad, protectores auditivos, anteojos de seguridad, chaleco reflectivo). Coordinar restauración de la energía eléctrica. Informar a todo el personal que se restablecerá la energía. Verificar ausencia de personas en las áreas a energizar. Retiro de candados de seguridad y tarjeta de identificación. Uso de ropa ARC Flash en interior de subestación. Sólo deberán desarrollar las tareas personal capacitado y especializado.</p>

Tabla: 51 Etapa de construcción: Riesgos y medidas a tomar, Fuente: Elaboración propia.

### Planta Productiva: Riesgos y medidas a tomar.

Riesgos emergentes	Medidas de prevención de riesgos
<p>Condiciones de higiene general.</p>	<p>1.- Las dependencias utilizadas como vestuarios serán mantenidas en óptimas condiciones de higiene y se efectuará limpieza diaria de dichas instalaciones.</p> <p>2.- Los residuos orgánicos serán retirados en bolsas adecuadas y destinados a los contenedores situados en los puntos de disposición.</p>
<p>Contagio de enfermedades.</p>	<p>3.-Dentro del ámbito de los contenedores se dispondrá de un extintor clase ABC y un botiquín para primeros auxilios.</p>



<p>Vestimenta de los Trabajadores.</p> <p>Equipos y elementos de Protección personal.</p> <p>Riesgos químicos</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.- Todos los trabajadores serán provistos de ropa adecuadas para el trabajo, con protección frente al contacto con sustancias químicas y acorde según las estaciones climáticas.</li><li>2.- Todos los trabajadores serán provistos de protección ocular frente a gotas o salpicaduras, zapatos de seguridad de alta resistencia y guantes acorde al contacto con las sustancias químicas. Los utilizarán en forma obligatoria y permanente durante la realización de los trabajos y/o permanencia en planta.</li><li>3.- En tareas que se realicen con desniveles superiores a los dos más se utilizará arnés de seguridad completo.</li><li>4.- Cuando se realicen trabajos en ambientes con ruidos superiores a los 85 dB se utilizarán protectores auditivos.</li><li>5.- En tareas con proyección de partículas ya sea por picado manual o mecánico (chispas, etc.) se utilizará protección ocular correspondiente (máscara facial, antiparras, anteojos, careta soldador).</li><li>6.- En tareas donde se exponga la inhalación de sustancias químicas, así mismo durante evacuaciones, se dispondrá de máscaras de protección respiratoria con los filtros adecuados a la tarea a realizar o situación que se presentare.</li></ol>
<p>Riesgos ergonómicos.</p> <p>Protección por caídas de objetos desde distintos niveles.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.- Para la prevención de lesiones en la columna vertebral, desgarros musculares, otros derivados de la actividad, se utilizarán en lo posible equipos adecuados para movimiento de materiales y/o equipos.</li><li>2.- Se capacitará a todos los trabajadores en la manera correcta de levantar, transportar y llevar peso en forma manual.</li><li>3.- Se prohíbe realizar tareas repetitivas, pesadas y continuas a un mismo operario sin período de descanso.</li></ol> <ol style="list-style-type: none"><li>1.- Para la protección de caídas de objetos el personal hará uso permanente del casco.</li><li>2.- En sectores de elevación continua de cargas con</li></ol>



	<p>montacargas, grúas, elevadores, etc. se delimitarán las áreas con cercos para evitar que se transite debajo de ellas.</p> <p>3.- No se permitirá realizar dos tareas simultáneas en una misma vertical y a distintos niveles al menos que existan defensas, barreras rígidas que obstruyan y/o detengan el/los objetos que caen.</p>
Caídas de personas.	<p>1.- Se construirán barandas o contenciones en todos los sectores con posibilidad de caídas de personas. (Bordes de construcciones, huecos, escaleras, fosos, piletas, etc.).</p> <p>2.- En tareas donde no sea factible la colocación de elementos de contención o a pesar de la construcción de los mismos persista la posibilidad de caídas del personal que la ejecute, se realizarán las mismas con el uso del arnés de seguridad amarrado a un punto fijo de la estructura próxima existente o líneas de vida c/ cable de acero</p> <p>3.- Está terminantemente prohibido el transporte de personas en equipos de elevación que no sean específicos para tal fin.</p> <p>4.- Para tareas en andamios, balancines, silletas u otro equipo para elevación de personas será obligatorio el uso permanente del arnés de seguridad.</p> <p>5.- Se autorizarán solamente escaleras simples, dobles y/o extensibles de marca registrada con zapatas antideslizante y limitador de apertura.</p>
Riesgo de incendio.	<p>1.- Se colocarán extintores de polvo químico seco tipo ABC, en distintos lugares de las instalaciones. En sectores donde se almacenen líquidos y/o sustancias inflamables además se señalarán con leyendas apropiadas. (Peligro sustancias inflamables, prohibido fumar, etc.)</p>
Riesgos generales	<p>Está terminantemente prohibido ingresar e ingerir bebidas alcohólicas y/o drogas ilegales en todo el ámbito de la empresa incluyendo comedores, vestuarios u otros sectores vinculados.</p> <p>Se aplicarán sanciones disciplinarias.</p>



<p>Riesgo eléctrico.</p>	<p>1.- La realización de conexiones eléctricas en tableros serán del tipo reglamentario, al igual que las fichas de conexión, todos los equipos llevarán los dispositivos de puesta a tierra.</p> <p>2.- El tablero principal y los secundarios estarán colocadas dentro de cajas metálicas con puerta, la que permanecerá cerrada puesto que las acometidas se realizarán por un agujero en la parte inferior de la caja. La alimentación al tablero principal y de este a los secundarios se hará en lo posible en forma aérea o en su defecto se lo protegerá lo mejor posible mediante cañeros provisionales.</p> <p>3.- El tablero principal debe contar con disyuntor diferencial, llave termo magnéticas y se conectarán a descarga tierra del tablero principal. Las prolongaciones no deberán tener empalmes siempre y cuando el mismo se lo proteja con cobertores fijados con cinta aisladora para evitar contactos con superficies metálicas y/o húmedas. No se permitirá que se conecten cables a los tomas sin su correspondiente ficha de acople.</p> <p>4.- Los cables de alimentación serán como mínimo de hasta 20º &gt; 3x12 AWG, sección equivalente de 3,31 mm<sup>2</sup> y aislaciones de 220V, hasta 30ºA &gt; 3 x 10 sección equivalente 5.26mm<sup>2</sup> y aislación de 660V. Todas las partes se efectuarán de acuerdo al capítulo instalación eléctrica ( art. 74 al 87 del Decreto 911/ 96 )</p>
<p>Otras acciones.</p>	<p>1.- El personal de las empresas recibirán periódicamente según cronograma estipulado capacitación adecuada en materia de higiene, seguridad y medio ambiente.</p> <p>2.- El personal transitará por calles y sendas señalizadas. Al transitar por sendas para peatones, verificar a ambos lados y no utilizar dispositivos móviles mientras se camina. Los vehículos deberán respetar la velocidad máxima.</p>

Tabla: 52 Planta Productiva: Riesgos y medidas a tomar, Fuente: Elaboración propia.



## **CONCLUSIÓN**

El capítulo de higiene y seguridad en una planta de producción de carboximetilcelulosa sódica es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable. La identificación de riesgos, la implementación de medidas preventivas y la capacitación adecuada del personal son elementos esenciales para minimizar los peligros asociados con la manipulación de las materias primas y del producto final.

La atención cuidadosa a la seguridad y la higiene no solo protege la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que también contribuye a la eficiencia y la productividad en la planta de producción. Además, promueve la integridad ambiental y el cumplimiento de regulación y estándares aplicables.



## CAPÍTULO N ° 14: EVALUACIÓN ECONÓMICA

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es analizar de forma económica y financiera la información obtenida y descrita en los capítulos anteriores, con el fin de determinar si el proyecto es viable o no. La viabilidad económica se determinará mediante el análisis del Valor Actual Neto (VAN), que representa el valor presente de los flujos de efectivo futuros durante un periodo de 10 años, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que indica la tasa de recuperación de la inversión.

Se realizará una evaluación detallada de las características del proyecto propuesto, incluyendo el estudio de la tasa de descuento, la estructura de costos, el cálculo del punto de equilibrio y los beneficios, con el objetivo de analizar su rentabilidad.

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

La tasa de descuento de un proyecto es el porcentaje utilizado para calcular el valor presente de los flujos de efectivo futuro asociados con ese proyecto. En otras palabras, es la tasa de interés o rendimiento requerido que se utiliza para determinar cuánto vale hoy en día el dinero que se espera recibir en un futuro. Refleja el costo de oportunidad de los fondos utilizados en el proyecto, es decir, el rendimiento alternativo que se podría obtener si los fondos se invirtieron en otra oportunidad de inversión con un riesgo similar.

El método ampliamente utilizado en la actualidad para calcular la tasa de descuento se basa en el modelo de precios de los activos de capital, que se conoce con las siglas CAPM (Capital Asset Pricing Model).

$$r = R_f + (R_m - R_f) \beta + R_p$$

Para el cálculo de la tasa de descuento a través de este método se tiene en cuenta:

**-Tasa libre de riesgo (R<sub>f</sub>):** Es la tasa de rendimiento que se espera obtener de una inversión libre de riesgo, como los bonos del gobierno. Representa el costo de oportunidad de no invertir en un activo libre de riesgo. La tasa libre de riesgo (R<sub>f</sub>), toma un valor de 5%.

**-Tasa de rentabilidad observada en el mercado (R<sub>m</sub>):** Es el rendimiento esperado promedio de todos los activos del mercado. Se considera que esta tasa toma un valor igual a 10%.

**-Sensibilidad (β):** Relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo del mercado. Se utiliza para capturar la sensibilidad del proyecto a los movimientos del mercado. Una beta más alta indica un mayor riesgo sistémico. Para el proyecto se tomó una beta igual a 1.10, el cual está actualizado a enero de 2024.

**-Riesgo país (R<sub>p</sub>):** Es un porcentaje que usualmente se adiciona a la tasa de descuento para medir el retorno adicional esperado por invertir en el país donde se está evaluando la inversión. El valor tomado de los últimos 10 años de ambito.com es de 1289.



Datos financieros		
Tasas	Porcentual	Real
Rf	5	0,05
Rm	10	0,1
beta	1,1	0,011
Rp	1289	0,1289
r=		<b>0,17945</b>
$r = Rf + (Rm - Rf) \beta + Rp$		

Tabla: 53 Cálculo de r, Fuente: Elaboración propia.

## ESTRUCTURA DE LOS COSTOS

Para llevar adelante un proyecto es fundamental el análisis de costos. Clasificar los mismos de manera adecuada permite hacer una evaluación precisa de la viabilidad económica del proyecto. En este estudio de prefactibilidad, la estructura de los costos que hemos adoptado es la siguiente:

### Inversión inicial

- Constitución de la planta
- Inmuebles.
- Maquinarias.
- Rodados.
- Muebles y útiles.

### 14.1.1 Costos Operativos

#### -Costos de mano de obra:

- ✓ Directa
- ✓ Indirecta
- Costos de materia prima e insumos.
- Costos de transporte de materia prima.
- Servicios.

### CAPITAL DE TRABAJO

Es importante remarcar que muchos valores que se detallan están expresados en dólares americanos, y que su equivalente a pesos argentinos es de 997 según la cotización del dólar blue del momento.



### 14.1.2 Inversión Inicial

Una inversión es aquella que utiliza recursos con el propósito de generar ganancias en el futuro. La inversión inicial determinará la cantidad de dinero necesaria para iniciar el proyecto, y que está compuesta por dos elementos: costos diferidos y activos tangibles. El costo diferido incluye costos de diseño e ingeniería, honorarios del contratista, reserva de contingencia, permisos y puesta en marcha. El componente tangible comprende el terreno, la maquinaria, los muebles y útiles.

La realización de un proyecto implica utilizar recursos para dos etapas distintas:

- La instalación y el montaje del proyecto.
- La etapa de operación o funcionamiento del proyecto.

Se debe disponer de toda inversión relativa a la distribución de la planta, a las dimensiones y al rendimiento de la maquinaria, las características y el costo de los edificios, construcciones y equipo complementario, etc. Esto permite la estimación del valor de los activos necesarios para obtener el total de la inversión requerida.

Los valores que se presentan a continuación no incluyen el IVA y se han calculado después de llevar a cabo los análisis tecnológicos, de ubicación y de tamaño que se describen en los capítulos anteriores.

### 14.1.3 Activos Tangibles

Son aquellas inversiones que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en los procesos de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto, tales como el terreno, obras físicas (edificios industriales, oficinas, estacionamiento, etc.), infraestructura de servicios (agua potable, red eléctrica, comunicaciones, etc.). Por efectos contables, éstos están sujetos a depreciación.

#### Terreno

El costo del terreno se ve afectado por la ubicación del proyecto debido a que los precios de los terrenos pueden variar significativamente según la región, influidos por una serie de factores. En el proceso de planificación de este proyecto, se evaluaron diversos elementos relacionados con la ubicación, como se detalla en el capítulo 5 "Localización".

Después de un análisis exhaustivo, se llegó a la conclusión de que la mejor opción sería adquirir un terreno en el Parque Industrial Tucumán. En este lugar el precio por metro cuadrado es de 30 USD.

Cálculo terreno		
Área del terreno	7000	m <sup>2</sup>
Costo del terreno	30	USD/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>210000 USD</b>	

Tabla: 54 Cálculo de terreno, Fuente: Elaboración propia.



## Edificios e Instalaciones

La determinación de la inversión en edificaciones se realiza tomando en cuenta el costo unitario de cada tipo de instalación y las dimensiones correspondientes se encuentran definidas en la tabla 9.2 Área total de planta en el capítulo 9 “Diseño de Planta”.

Edificios e instalaciones	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Precio unitario (USD/m <sup>2</sup> )	Costo total (USD)
Planta de producción	380	834	316920
Tratamiento de efluentes	200	120	24000
<b>Costo total</b>			<b>340920</b>

Tabla: 55 Cálculo de edificios e instalaciones, Fuente: Elaboración propia.

## Maquinarias y Equipos

En el capítulo 7 “Selección y Diseño de equipos”, se elaboró un análisis para identificar todas las necesidades relacionadas con los equipos de manera detallada. El costo del equipo es la parte más importante de la estimación del capital fijo porque representa entre el 15% y el 40% de éste, la compra del equipo por lo general se hace libre a bordo (FBO) es decir que el comprador debe pagar el envío, cuyo costo depende del peso y del tamaño del equipo, la distancia de traslado y el método de transporte.

Además, se debe tener en cuenta el costo de flete y la instalación del equipo que incluye costo de mano de obra y otros factores relacionados con dejar el equipo listo para su operación. Para el cálculo de instalación se utilizará el factor de costo adicional por instalación de los equipos  $f = 0.45$  (USD).



Máquinas y equipos	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Costo Equipo (USD)
Tanque de almacenamiento de agua	2	5680	11360
Tanque de almacenamiento de NaOH 6,5%	2	22641	45282
Tanque de almacenamiento NaOH 55%	1	22641	22641
MOLINO DE BAGAZO	1	7800	7800
LAVADOR DE BAGAZO	1	9600	9600
SECADORES RODILLOS	2	5800	11600
SECADOR TÉRMICO	1	12750	12750
DIGESTOR DE BAGAZO	1	500000	500000
REACTOR DRUVATHERM	2	2040000	4080000
Caldera	1	130000	130000
RECUPERADOR DE SOLVENTE	1	634000	634000
MOLINO DE CMC	1	22200	22200
Cinta transportadora	4	5235	20940
<b>Subtotal</b>			<b>5508173</b>
Costo con instalación $f=0,45$ (USD)	0,45		2478678
<b>Total</b>			<b>7986851</b>

Tabla: 56 Costo de Maquinarias y Equipos, Fuente: Elaboración propia.

## Rodados

En esta sección se contempla la inversión destinada a la compra de equipos de elevación necesarios y medio de transporte.

Rodado	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total (USD)
Hilux DX/SR cabina doble 4x2	1	46012	46012
Autoelevador Sinomach Cpcd25 (2,5 Tn)	1	27900	27900
<b>Total</b>			<b>73912</b>

Tabla: 57 Costos de rodados, Fuente: Elaboración propia.

## Muebles y Útiles

En esta sección, se contempla la inversión destinada a adquirir los elementos necesarios para equipar tanto las oficinas administrativas como el comedor. Además, de esta inversión, se adiciona un 5% de útiles.



Muebles y utiles	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total (USD)
Armarios	4	384	1536
Escritorios	6	53	318
Sillas p/ oficina	9	68	612
Sillas p/comedor	20	51	1020
Mesas	3	48	144
Teléfonos	6	50	300
Computadoras notebook	4	1590	6360
Impresoras	2	790	1580
Aire Acondicionado	2	820	1640
Heladera	1	767	767
Microondas	1	390	390
Horno electrico	1	276	276
<b>Subtotal</b>			<b>14943</b>
+5% utiles	1,05	0,05	747
<b>Total</b>			<b>15690</b>

Tabla: 58 Costos de Muebles y Útiles, Fuente: Elaboración propia.

## Costos Diferidos

Los Costos diferidos son todos aquellos costos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, tales como gastos de organización, gastos de puesta en marcha, estudios que tienden a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, etc. Estos están sujetos a amortización, afectarán al flujo de caja indirectamente por la vía de una disminución en la renta imponible y por lo tanto de los impuestos pagaderos.

Se debe tener en cuenta

- Puesta en marcha de la planta. Se utiliza el factor de Lang 0.02.
- Ingeniería y Supervisión: Constituido por el costo de diseño e ingeniería, el uso de software, planos, contabilidad, comunicaciones, viáticos, entre otros, este costo es considerado un costo indirecto de capital fijo. Se utiliza el factor de Lang 0.25.
- Cuestiones Legales: En este aspecto se tienen en cuenta los costos de constitución de una empresa que resultan de la compra del terreno, del equipo, de los contratos para construir y de otros trámites gubernamentales, ambientales y de seguridad, tales como: La inscripción en la Subsecretaría de trabajo, ART, ARCA, Seguridad social, etc. Por ser Sociedad Anónima, para constituir una empresa, se deben abonar dos códigos tributarios en la Dirección de Personas Jurídicas. Se deben comprar los libros societarios y contables de las S.A que deberán llevar un registro de las resoluciones adoptadas por sus órganos, las que serán transcritas en los respectivos libros. Los libros contables son: Inventarios y Balance, Libro diario, IVA Compras e IVA Ventas y

los libros societarios son: Directorio, Actas de asambleas, Depósito de acciones, Registros de asistencia de asambleas y Registro de accionistas.

- Honorarios de contratista: Se utiliza el factor de Lang 0.05.
- Reserva de contingencia: es decir gastos difíciles de prever tales como tormentas, inundaciones, accidentes de transporte, aumento súbito de precio, huelgas, cambios de diseño, errores de estimación y otros eventos inesperados hacen necesarios tener un gasto de contingencias. Se utiliza el factor de Lang 0.1.

#### 14.1.4 Inversión total necesaria

Como conclusión de los datos analizados se puede decir que para que la instalación y puesta en marcha de una planta de producción de carboximetilcelulosa sódica de las características planteadas en este proyecto, se necesita una inversión inicial igual a la suma de los costos de activos tangibles y los costos diferidos.

Activos tangibles	USD
Edificio e instalaciones	340920
Maquinas y Equipos	7986851
Muebles y utiles	15690
Rodados	73912
<b>TOTAL</b>	<b>8417373</b>

Tabla: 59 Activos Tangibles, Fuente: Elaboración propia.

Costos Diferidos	f (factor de Lang)	USD
Costos de diseño e ingeniería	0,25	2104343
Honorarios del contratista	0,05	420869
Reserva de contingencia	0,1	841737
Puesta en marcha	0,02	168347
<b>TOTAL</b>		<b>3535297</b>

Tabla: 60 Costos diferidos, Fuente: Elaboración propia.

Inversión total	USD
Terreno	210000
Activos tangibles	8417373
Costos Diferidos	3535297
<b>Total</b>	<b>12162670</b>

Tabla: 61 Inversión total, Fuente: Elaboración propia

#### Cronograma de inversiones

Para controlar y planear mejor la puesta en marcha de la empresa, es necesario construir un cronograma de inversiones o un programa de instalación del equipo. Este



es un diagrama de Gantt, en el que, tomando en cuenta los plazos de entrega ofrecido por los proveedores, y de acuerdo con los tiempos que se tarde tanto en instalar como en poner en marcha los equipos, se calcula el tiempo apropiado para capitalizar o registrar los activos en forma contable, indicando las sumas a invertir en cada concepto, totalizadas por la unidad de tiempo que en este caso es años.

En una industria de este tipo y debido a las características del proceso, se considera óptimo que la inversión total de puesta en marcha sea realizada en el primer año. Dentro de este año, la adquisición del terreno se realiza en el primer mes. La construcción y la edificación e instalaciones se plantea hacer en los primeros seis meses en desembolsos de igual valor.

Los costos diferidos se emplean en su totalidad en el primer mes, a excepción de los costos de puesta en marcha de la planta que se necesitan en el último mes de inversión.

La adquisición de maquinarias y equipos se determina que se realizará desde el séptimo al doceavo mes en valores equivalentes todos los meses.

Por último, tanto muebles y útiles son adquiridos en el último mes debido a que no demandan una gran cantidad de tiempo para su instalación.

Como la inversión total se realiza en distintos periodos de tiempo, para el cálculo de su valor real al momento cero de este proyecto, se realiza una actualización de los distintos costos mensuales, determinando la tasa equivalente mensual a la tasa de descuento anual calculada para este proyecto.

$$Tem = (1 + r)^{1/12} - 1 = 0.01385 = 1.385\%$$

Con esta tasa se actualizan las inversiones a realizar cada mes, considerando que la erogación correspondiente se hace a la mitad de cada mes.

Concepto	Costo	Mes												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Terreno	210000	210000												
Edificios e instalaciones	340920	56820	56820	56820	56820	56820	56820							
Maquinaria y equipo	7986850,9							1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1331142
Muebles y utiles	15690,15													15690,2
Rodados	73912													73912
Diferidos	3535297	3366949												168347
<b>TOTAL MENSUAL</b>		3633769	56820	56820	56820	56820	56820	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1E+06	1589091
<b>VF mensual</b>		3684093	58405	59214	60034	60865	61708	1E+06	1E+06	2E+06	2E+06	2E+06	2E+06	1874254
<b>Io</b>	<b>13392755</b>													

Tabla: 62 Cronograma de inversiones, Fuente: Elaboración propia.

$$I_0 = \sum_{i=1}^n VF_i (1 + r)^{ni}$$

### Inversión en Capital de trabajo (ICT)

Capital de trabajo se considera como todo aquel recurso que requiere la empresa para poder operar. En este sentido el capital de trabajo es lo que comúnmente se conoce



como activo corriente, que son efectivo, inversiones a corto plazo, cartera e inventarios.

La empresa para poder operar requiere de recursos para cubrir necesidades de insumos, materia prima, mano de obra, reposición de activos fijos, etc. Estos recursos deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades de la empresa a tiempo durante un ciclo productivo para una capacidad y tamaño determinado.

Para determinar el capital de trabajo de una forma más objetiva, se debe restar de los activos corrientes, los pasivos corrientes. De esta forma se obtiene lo que se llama el capital de trabajo neto contable, que es determinar con cuántos recursos cuenta la empresa para operar si se pagan todos los pasivos a corto plazo. Se conoce como pasivo circulante a las deudas exigibles a corto plazo, y al activo circulante como el fondo de maniobra.

Existen diversas formas de cálculo de capital de trabajo. A continuación, se exponen las más utilizadas:

- **Método de Periodo de Desfase**

Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que deben financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el periodo de desfase siguiente. Es decir, este método tiene en cuenta el tiempo de recuperación. El intervalo de tiempo obtenido se utiliza para calcular junto con el costo unitario, la inversión en el costo de capital (ICT)

- **Método de Déficit Acumulado Máximo**

Éste se basa en que se calculan los flujos de egresos e ingresos proyectados mes a mes, se calcula el saldo, y posteriormente el saldo acumulado mes a mes. Se toma como valor de ICT para financiar la operación normal del proyecto, el máximo saldo acumulado, ya que este refleja la cuantía de los recursos a cubrir durante todo el tiempo para que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo. El déficit acumulado máximo deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos.

- **Método Contable**

Aquí lo que se hace es cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que estos activos pueden financiarse con pasivos de corto plazo (créditos de proveedores, préstamos bancarios, etc.). Los rubros del activo corriente que se cuantifican en el cálculo son los siguientes:

- Saldo óptimo a mantener en efectivo.
- Nivel de cuentas por cobrar apropiado.
- Volumen de existencias a mantener.
- Niveles esperados de deudas de corto plazo.



En este proyecto se realiza un análisis de prefactibilidad, es por ello que no se determinarán estos factores y por lo tanto no permite que se aplique este método.

### Selección del Método

Generalmente el método del déficit acumulado máximo es el más utilizado para proyectos cuya estacionalidad es marcada, por otro lado el sistema de periodo de desfase es muy útil para aquellos proyectos que tienen periodos de recuperación cortos, sin embargo este último manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que se podrían percibir durante el periodo de recuperación, por ventas realizadas a otros consumidores, con lo que el monto así calculado tiende a sobre evaluarse, castigando el resultado de la evaluación. Pese a lo expuesto previamente, para el caso de este proyecto resulta de mayor utilidad la aplicación del método de desfase.

Este método de Desfase lo que hace es determinar la cuantía de los costos de operación que debe financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el periodo de desfase siguiente.

### Cálculo de la Inversión en Capital de Trabajo

El cálculo de la inversión en capital de trabajo se determina por la siguiente ecuación:

$$ICT = \frac{Ca}{365} * n_d$$

Donde:

Ca: Costo anual de operación.

$n_d$ : Número de días de desfase entre la ocurrencia de los egresos y la generación de ingresos.

Al calcular el periodo de desfase se debe tener en cuenta:

- Tiempo de elaboración del producto: 10 días
- Tiempo de comercialización: 30 días
- Tiempo en que se hace efectivo el cobro: 20 días.
- $N_d = 60$  días.

Se detalla el cálculo del costo anual de operación y finalmente se calcula la inversión del capital de trabajo.

Costo Total		
CF	CV	CT
1539110	29135207	30674318

Tabla: 63 Cálculo de Costo total, Fuente: Elaboración propia.



Capital activo de trabajo	USD
CF erogable	457416
CV	29135207
<b>Capital activo</b>	<b>29592624</b>

Tabla: 64 Cálculo de Capital activo, Fuente: Elaboración propia.

CAPITAL DE TRABAJO	U\$D
Periodo de desfase (días)	60
Días del año	365
<b>Capital de trabajo</b>	<b>4864541</b>

Tabla: 65 Cálculo de Capital de trabajo, Fuente: Elaboración propia.

## Costos Fijos

Un costo fijo es una erogación en que la empresa debe incluir obligatoriamente, aun cuando la empresa opere a bajos niveles, o no lo haga, razón por la que son tan importantes en la estructura financiera de cualquier empresa. Por ejemplo, el pago de alquiler, pagos laborales, servicios públicos, seguros, etc. Este costo está compuesto por una serie de factores, los cuales serán descritos y cuantificados a continuación.

- **Costos por Depreciaciones y Amortizaciones**

Las definiciones de depreciación y amortización se refieren en ambos casos a la pérdida de valor económico que sufre un activo con el transcurrir el tiempo. La diferencia entre ambos conceptos es que la depreciación hace referencia a la pérdida de valor en el caso de los activos tangibles, mientras que la amortización se refiere a bienes intangibles.

El porcentaje de depreciación o amortización depende del tipo de activo que se esté analizando y se encuentra establecido por la ley en cada caso.

Tipos de activos	Tasa de Depreciación	Vida Útil
Edificios e instalaciones	4%	25
Maquinarias y Equipos	10%	10
Rodados	10%	5
Muebles y tecnologías	10%	3
Activos intangibles	50%	2

Tabla: 66 Tasa de depreciación y vida útil de activos, Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los costos por depreciación y amortización para los activos que componen la inversión de la empresa, teniendo en cuenta su vida útil contable.

Tipos de activos	Inversion inicial	Vida util contable	Depreciacion anual
Edificios e instalaciones	340920	25	13636,8
Maquinarias y Equipos	7986851	10	798685
Rodados	73912	5	14782
Muebles y tecnologías	15690	3	5230
Activos diferidos	498719	2	249360

Tabla: 67 Depreciaciones y amortizaciones, Fuente: Elaboración propia.

Flujo de depreciaciones	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activos	1081694	1081694	832334	827104	827104	812322	812322	812322	812322	812322

Tabla: 68 Flujo de depreciaciones, Fuente: Elaboración propia.

### • Costos fijos de Mano de Obra

En el capítulo 8 “Ingeniería de Gestión”, se presentó un análisis del organigrama de la empresa detallando los puestos en la tabla 8.16 personal de la empresa. Partiendo de esta información se determina cuáles son las funciones que componen la mano de obra fija. Su definición se realiza planteando un escenario de parada de producción, y en este caso se analiza cuáles son las personas que deben seguir prestando función para que la planta pueda seguir funcionando.

En conclusión, la mano de obra fija serán los trabajadores del sector administrativo junto con los gerentes y jefes del sector productivo. Para el cálculo del sueldo, se considera la categoría, un extra que incluye vacaciones y aguinaldo, etc., jubilación, obra social, ART, etc. Los resultados de este análisis se representan en la tabla 14.17:

Función	Personal	Categoría	Sueldo básico mensual	Extra	Sueldo bruto	Total anual por empleado (u\$s)	Total anual (u\$s)
				75%			
Gerente general	1	Fuera CCT	2100	1575	3675	44100	44100
Jefe de Marketing	1	Fuera CCT	1500	1125	2625	31500	31500
Jefe de compras	1	Fuera CCT	1400	1050	2450	29400	29400
Gerente de operaciones	1	Fuera CCT	2000	1500	3500	42000	42000
Jefe de producción	1	Fuera CCT	1500	1125	2625	31500	31500
Jefe de calidad	1	Fuera CCT	1400	1050	2450	29400	29400
Jefe de almacenamiento	1	Fuera CCT	1400	1050	2450	29400	29400
Jefe de mantenimiento	1	Fuera CCT	1500	1125	2625	31500	31500
Gerente comercial	1	Fuera CCT	1800	1350	3150	37800	37800
Jefe de ventas	1	Fuera CCT	1400	1050	2450	29400	29400
Jefe de logística	1	Fuera CCT	1400	1050	2450	29400	29400
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>			<b>TOTAL</b>			<b>365400</b>

Tabla: 69 Costos fijos de mano de obra fija, Fuente: Elaboración propia.

### • Costos Fijos de Servicios y otros

En este apartado se incluyen aquellos costos fijos que no pueden ser incluidos en los ítems anteriores. Así se contabilizan por ejemplo costos de agua, comedor, seguros (utilizados en vehículos y planta), librería y otros en baños, internet y teléfonos.

SERVICIOS	COSTO ANUAL U\$D
Agua	6478
Comedor	77795
Seguros (vehículos y planta)	1472
Librería	747
Otros (15%)	12002
<b>Total</b>	<b>92016</b>

Tabla: 70 Costo anual de servicios, Fuente: Elaboración propia.

- **Resumen Costos fijos**

En la figura siguiente, se presenta un análisis de los diferentes valores de costos fijos obtenidos, para observar la influencia en cada ítem en el total.

Costo fijos	USD	%
Amortización	1081694	70,28
Capital Humano	365400	23,74
Servicios	92016	5,98
<b>Total</b>	<b>1539110</b>	<b>100</b>

Tabla: 71 Resumen de costos fijos, Fuente: Elaboración propia.

### Costos Fijos

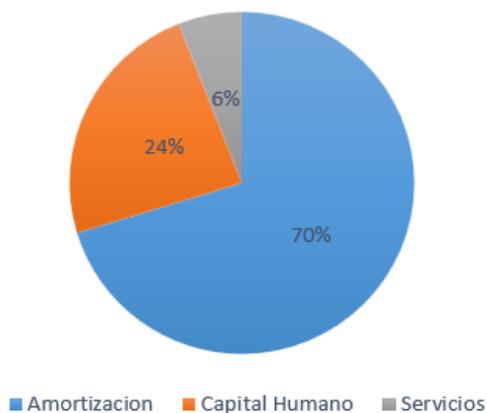


Gráfico 10 Representación de costos fijos, Fuente: Elaboración propia.

Llegando a la conclusión de que gran parte de los costos fijos están relacionados con las depreciaciones y amortizaciones de la inversión inicial. Sin embargo, el grado de influencia de este costo disminuye a medida que avanza el horizonte de evaluación, como vimos en la tabla 14.16.

### Costos variables



El costo variable hace referencia a los costos de producción que varían dependiendo del nivel de producción, aumentan si la producción aumenta.

La organización debe intentar que la mayor parte de sus costos sean variables, para disminuir al mínimo posible sus costos totales cuando se deba reducir la producción. Entre los costos variables tenemos a las materias primas, insumos, mano de obra y servicios.

- **Costos variables por materia prima e insumos**

El costo de materia prima es uno de los principales costos de producción de la empresa, la cantidad necesaria para la operación normal de la empresa está determinada en el capítulo 6 “Ingeniería de Procesos”.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los costos variables debidos a materias primas e insumos. Estos se calculan multiplicando el costo unitario de cada factor por las cantidades necesarias.

Materia prima			
MP o Insumos	Cantidad anual	Costo Unitario (U\$D)	Costo total anual
Hidróxido de Sodio (tn)	13011,192	520,00	6765820
Bagazo (tn)	13000	30,00	390000
Etanol (m3)	17874,72	850	15193512
Ácido Monocloroacético	4464	750	3348000
Bolsa de polipropileno (unidad)	260000	5,4	1395705,5
Palet madera (unidad)	6500	3,07	19939
<b>TOTAL</b>			<b>27093037</b>

Tabla: 72 Costos variables de Materia prima, Fuente: Elaboración propia.

- **Costos Variables por Mano de obra**

Entran en esta clasificación todas aquellas funciones incluidas en el organigrama de la empresa y que no se hayan considerado anteriormente dentro de los costos fijos de mano de obra.

Función	Personal	Categoría	Sueldo básico mensual	Extra	Sueldo bruto	Contribución patronal	Prevención por despido	TOTAL ANUAL
				0,2		0,2554	0,1	
Asistente de contabilidad	1	A	812	162	975	249	97	15851
Asistente de compras	1	A	812	162	975	249	97	15851
Operarios de producción	18	A2	1053	211	1264	323	126	369913
Inspector de calidad	3	A	598	120	718	183	72	35022
Asistente de almacén	3	A	897	179	1077	275	108	52533
Técnicos de mantenimiento	3	A1	972	194	1166	298	117	56911
Asistente de ventas	1	A	812	162	975	249	97	15851
Ayudante de logística	3	A	812	162	975	249	97	47554
Calderista	1	A	972	194	1166	298	117	18970
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>			<b>Total</b>				<b>628457</b>

Tabla: 73 Costos variables de mano de obra, Fuente: Elaboración propia.

- **Costos variables por servicios y otros**

En este concepto se procede de igual forma en el caso de los costos fijos, en este tipo de conceptos, incluyendo aquellos cuyo consumo depende de la cantidad de producto que se genere y algunos insumos necesarios para el mantenimiento.

Costos variables		
Item	Costos totales U\$S/año	Incidencia %
Materia prima	27093037	92,99
Electricidad	570141	1,96
Gas Natural	1835	0,01
Mantenimiento	841737	2,89
Mano de obra	628457	2,16
<b>Total</b>	<b>29135207</b>	<b>100,00</b>

Tabla: 74 Costos Variables de servicios, Fuente: Elaboración propia.

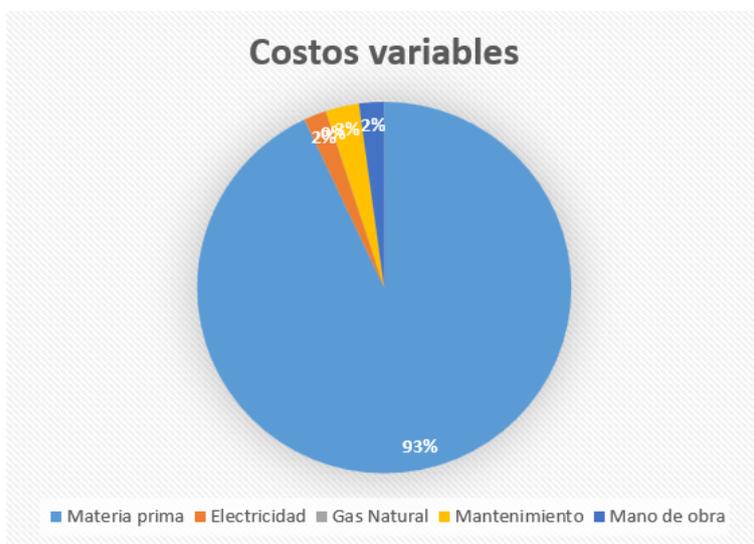


Gráfico 11 Representación de costos variables, Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se observa claramente que el concepto que mayor influencia presenta sobre el costo variable del producto es el de materias primas e insumos. Es por ello que deben concentrarse los mayores esfuerzos en reducir estos costos, a través de convenios con los proveedores, o reducir el consumo mediante el aumento de la eficiencia del proceso.

- **Costos totales**

El costo total de la empresa para el plan de producción estudiando está dado por la suma de los costos variables y costos fijos calculados, esta tabla fue mostrada anteriormente en el cálculo del capital de trabajo, ya que la utilizamos para calcular los costos fijos erogables, es la tabla 14.11.



Gráfico 12 Representación de costos totales, Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico podemos ver que hay una mayor influencia de los costos variables frente a los costos fijos, esto es favorable debido a que los costos fijos pueden ser absorbidos por la producción y una disminución en la cantidad de producción no afectaría a la estructura de costos. Además, esto demuestra que la empresa debe enfocarse en disminuir los costos de producción y así aumentarán los niveles de rentabilidad.

### PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio determina cuál es el nivel de ventas preciso para poder cubrir el total de los costos de la empresa, puesto que predice el punto de ventas anuales que se debe conseguir para no tener pérdidas y comenzar a disfrutar de beneficios. Se caracteriza por ser el punto justo en el que una empresa comienza a cubrir sus costos. Por ello, si se incrementa sus ventas, ubicándose por encima del punto de equilibrio, empezará a percibir un beneficio positivo. Y por el contrario, si las ventas se sitúan por debajo de este punto de equilibrio se tendrán pérdidas.

Partiendo de su definición se puede establecer la fórmula de cálculo, es decir, se igualan los ingresos por venta de productos con la suma de los costos fijos y variables.

Realizando los despejes necesarios se llega a la ecuación de cálculo del punto de equilibrio que se representa a continuación.

Sabiendo que:

- $Q_e$ : Cantidad de producto que determina el punto de equilibrio.
- CF: costos fijos totales.
- $CV_u$ : Costo Variable unitario.
- PV: Precio de venta del producto.

$$Q_e = \frac{CF}{PV - CV_u}$$

Punto de Equilibrio		
CF	1539110,3	USD
Cmu	-1482,3	USD/Tn
qe	-1038,3	Tn

Tabla: 75 Cálculo del punto de equilibrio, Fuente: Elaboración propia.

Como vemos en la tabla 14.23 el cálculo del punto de equilibrio es negativo, lo que indica que la empresa tendrá pérdidas y estará en una situación de rentabilidad negativa.

- **Costo Variable unitario**

El costo variable unitario es el resultado de la relación entre el total de costos variables en los que incurre la organización para llevar a cabo un determinado plan de producción y la cantidad de unidades que incluye dicho plan de producción.

$$CV_u = \frac{CV_r}{Q}$$

Costo variable unitario		
Costo Variable (USD)	CMC	CV unitario (USD/unidad)
29135207,5	6500	4482,33961

Tabla: 76 Cálculo del costo variable unitario, Fuente: Elaboración propia.

## BENEFICIOS DEL PROYECTO

- ✓ **Ingresos anuales:**

Los ingresos totales anuales van a ser el resultado del producto entre la cantidad de carboximetilcelulosa sódica y su precio de venta. En este caso no entran en consideración los costos de producción.

Ingresos anuales	
Item	Cantidad
Pv	3000
q	6500
Ingresos	19500000

Tabla: 77 Cálculo de ingresos anuales, Fuente: Elaboración propia.

El horizonte de evaluación del proyecto se hará por 10 años y se considera que se producirá la misma cantidad por año.



### ✓ Contribución Marginal

La contribución marginal es la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario y muestra cómo contribuyen los precios de los productos o servicios a cubrir los costos fijos y a generar utilidad, que es la finalidad de toda empresa. Este concepto es importante en las decisiones de mantener, retirar o incorporar nuevos productos de la empresa, por la incidencia que pueden tener los mismos en la absorción de costos fijos y la capacidad de generar utilidades.

También es importante relacionar la contribución marginal de cada artículo con las cantidades vendidas, porque una empresa puede tener productos de alta rotación con baja contribución marginal pero la ganancia total que generan, supera ampliamente la de otros artículos que tienen mayor contribución marginal pero menor venta y menor ganancia total.

Contribucion marginal		
Pv	3000	USD/Tn
CV	29135207	USD
q	6500	Tn
Cvu	4482,3	USD/Tn
CMg	-1482,3	USD/Tn

Tabla: 78 Cálculo de contribución marginal, Fuente: Elaboración propia.

La contribución marginal nos da negativa ya que los costos variables superan al precio de venta, por lo tanto, cada unidad adicional genera pérdidas.

### FLUJO DE CAJA

El flujo de caja es la diferencia entre ingresos y egresos de una empresa, esto representa la disponibilidad neta de dinero en efectivo para cubrir costos y gastos en que incurre la empresa, lo que permite obtener un margen de seguridad para operar durante el horizonte del proyecto, siempre y cuando dicho flujo sea positivo.

En este caso se representa el flujo de caja analizado para 10 años que representan el horizonte de evaluación del proyecto.

Año	Flujo de Caja										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por ventas		19500000	19500000	19500000	19500000	19500000	19500000	19500000	19500000	19500000	19500000
IIBB 4%		-780000	-780000	-780000	-780000	-780000	-780000	-780000	-780000	-780000	-780000
CF		-457416	-457416	-457416	-457416	-457416	-457416	-457416	-457416	-457416	-457416
CV		-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207	-29135207
Amortizaciones y depreciaciones		-1081694	-1081694	-832334	-827104	-827104	-812322	-812322	-812322	-812322	-812322
Utilidades antes de Impuestos		-11954318	-11954318	-11704958	-11699728	-11699728	-11684946	-11684946	-11684946	-11684946	-11684946
Impuesto a las ganancias		1046003	1046003	1024184	1023726	1023726	1022433	1022433	1022433	4089731	4089731
Utilidad neta		-10908315	-10908315	-10680774	-10676002	-10676002	-10662513	-10662513	-10662513	-7595215	-7595215
Amortizaciones y depreciaciones		1081694	1081694	832334	827104	827104	812322	812322	812322	812322	812322
Inversion inicial	-13392755										
Capital de trabajo	-4864541										
Total	-18257295	-32689254	-32689254	-32234173	-32224628	-32224628	-32197650	-32197650	-32197650	-26063053	-26063053

Tabla: 79 Flujo de caja del proyecto, Fuente: Elaboración propia.



## VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad del proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

Es muy útil para definir la mejor opción dentro de un mismo proyecto, considerando distintas proyecciones de flujos de ingresos y egresos. Igualmente, este indicador permite al momento de vender un proyecto o negocio, determinar si el precio ofrecido está por encima o por debajo de lo que se ganaría en caso de no venderlo.

Una manera de establecer el VAN es mediante la siguiente fórmula:

**$VAN = \text{Beneficio neto actualizado (BNA)} - \text{Inversión Inicial}$**

El BNA es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, que ha sido actualizado mediante una tasa de descuento  $r$ . Ésta última es la tasa de rendimiento o rentabilidad mínima que se desea obtener, y fue calculada en la tabla 14.1.

- **$VAN < 0$  el proyecto no es rentable. Cuando la inversión es mayor que el BNA significa que no satisface la  $r$ .**
- **$VAN = 0$  el proyecto es rentable, porque ya está incorporado ganancia de la  $r$ . Cuando el BNA es igual a la inversión se ha cumplido con la  $r$ .**
- **$VAN > 0$  el proyecto es rentable. Cuando el BNA es mayor que la inversión inicial, se ha cumplido con dicha tasa, además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional.**

En este proyecto el VAN es negativo es igual a -161.491.348 por lo tanto el proyecto no es rentable ya que la inversión es mayor que el beneficio y no satisface la  $r$ .

## TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Es la tasa de interés o de rentabilidad que ofrece una inversión. Representa el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero para un proyecto de inversión dado.

La TIR está expresada en porcentaje y puede ser utilizada como un parámetro indicador de la rentabilidad de un proyecto, esto es, a mayor TIR, mayor rentabilidad; además, se usa como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para llevar a cabo esto, la TIR se compara con la tasa de descuento. Si la tasa de rendimiento del proyecto, expresada por la TIR, supera a la tasa de descuento, se acepta la inversión; en caso contrario se rechaza.

La TIR calculada en nuestro proyecto da error debido a que el VAN es negativo, por lo tanto, el proyecto no es rentable.



## CONCLUSIÓN

Luego de realizar la evaluación económica del proyecto propuesto se determinó que acorde a la situación económica-financiera pronosticada de Argentina y el mundo manteniéndose un horizonte de evaluación temporal estipulado de 10 años, el proyecto no sería rentable, esto se argumenta desde el punto de vista contable, ya que, en el escenario planteado, los datos arrojados por el proyecto son negativos.

Esto puede deberse a que al ser dos procesos juntos y al tener muchos equipos, se necesita una inversión inicial muy alta, por lo tanto, en el capítulo 16 “Análisis de Sensibilidad” abordaremos qué opciones podrían evaluarse para que el proyecto sea rentable.



## CAPÍTULO N ° 15: ANÁLISIS DE RIESGOS

### INTRODUCCIÓN

Todo proyecto posee un cierto grado de riesgo, el cual debe ser tenido en cuenta durante su evaluación. En el desarrollo en este capítulo se analizarán y determinarán los riesgos de una planta de carboximetilcelulosa a partir del bagazo de caña de azúcar. Se calificará la importancia relativa de cada uno de ellos, se hará una estimación de la probabilidad de ocurrencia, y de este modo obtendremos una idea de las distintas magnitudes de influencia de éstos sobre el proyecto.

El análisis también presentará la propuesta de medidas, tanto de mitigación, compensación, como de contingencia. Estos análisis son de gran utilidad, ya que son una herramienta para la determinación de las variables a sensibilizar en eventuales simulaciones del flujo de caja del proyecto y de la rentabilidad obtenida.

### RIESGOS IDENTIFICADOS

En el capítulo 13 “Higiene y seguridad”, se analizaron las principales fuentes de riesgos asociadas a la planta de producción de carboximetilcelulosa sódica. Se continuará este estudio en los siguientes apartados clasificando los riesgos de acuerdo a criterios tecnológicos-económicos y siniestros imprevistos.

Para poder enumerar todos los riesgos involucrados en este proyecto se necesita un análisis exhaustivo que excede los límites de un estudio de prefactibilidad. Además, no resulta de una gran influencia y significancia para este tipo de industria.

#### 15.1.1 ASPECTOS TECNOLÓGICOS - FALTA DE MATERIA PRIMA, INSUMOS Y SERVICIOS.

Para garantizar la calidad del producto requerido, es crucial contar con los insumos adecuados. En este procedimiento, el bagazo de caña de azúcar, reactivos necesarios para la reacción, agua y otros elementos imprescindibles.

Los servicios vitales incluyen el suministro de gas, agua y electricidad, los cuales se emplean tanto en la fabricación como en la preparación de las instalaciones de la planta. En relación a este aspecto, se cuenta con la ventaja de estar ubicados en un parque industrial, lo que asegura la estabilidad en la disponibilidad de estos servicios esenciales.

Considerando estos riesgos, se establece un plan de contingencia que consiste en las siguientes acciones:

##### **1- Optimización del inventario de insumos:**

Se mantendrá un nivel máximo de existencias de materia prima e insumos, considerando la capacidad de almacenamiento y asegurando la viabilidad económica.

##### **2- Estipulación de cláusulas de suministro en acuerdos con proveedores:**



En los contratos establecidos con los proveedores de insumos, se incluirán cláusulas que garanticen la disponibilidad constante de los materiales necesarios.

### **3- Valoración de proveedores alternativos:**

Ante la escasez de algún insumo esencial, se evaluará la posibilidad de recurrir a proveedores alternativos capaces de suministrar los materiales requeridos.

### **4- Exploración de opciones de servicios:**

Se estudiará la posibilidad de contar con alternativas para obtener servicios críticos, como el uso de generadores de energía eléctrica en caso de interrupciones en el suministro eléctrico.

Estas acciones garantizarán un suministro ininterrumpido de materia prima e insumos, disminuyendo así el impacto de posible escasez y asegurando la continuidad en la producción.

## **15.1.2 DISMINUCIÓN DE DEMANDA-PRODUCTIVIDAD**

La disminución en la productividad representa un riesgo significativo que impacta considerablemente en la operatividad y la rentabilidad del negocio. Este declive puede ser originado por problemas internos en la empresa, como la falta de capacitación, deficiencia en el liderazgo, ineficiencias en los procesos operativos, o dificultades en la comunicación interna, entre otros. Asimismo, puede ser el resultado de factores externos, como una reducción en la demanda del mercado.

Una merma en la productividad conlleva a la incapacidad de cumplir con los plazos y entregas establecidos. A su vez, impacta negativamente en las ventas y, en consecuencia, en los ingresos, lo que afecta directamente la rentabilidad de la empresa.

Para mitigar este riesgo, se pueden adoptar las siguientes estrategias:

### **1- Mejora continua en los procesos:**

Implementar programas de mejora continua para potenciar la eficiencia y la productividad en los procesos de producción. Optimizar el flujo de trabajo y reducir tiempos de inactividad no planificados.

### **2- Desarrollo y capacitación del personal:**

Ofrecer formación y desarrollo continuo a los empleados para mejorar sus habilidades y conocimientos técnicos.

### **3- Estrategias de marketing y promoción:**

Diseñar e implementar estrategias de marketing efectivas para aumentar la visibilidad de la empresa y generar demanda de productos.

### **4-Monitoreo de la demanda y proyecciones:**



Seguir la cerca de las tendencias del mercado y de la demanda de carboximetilcelulosa. Utilizar herramientas de análisis y proyección para anticipar cambios en la demanda y ajustar la producción en consecuencia.

5-Análisis de costos y ajustes financieros:

Realizar análisis periódicos de costos y gastos para identificar áreas de mejora y reducción de costos. Establecer estrategias financieras que permitan afrontar periodos de baja demanda sin comprometer la estabilidad financiera de la empresa.

### 15.1.3 FALLA DE MAQUINARIA

Para asegurar la eficacia y la alta calidad del producto, es crucial que todos los equipos que intervienen en el proceso productivo operen de manera óptima. En este proyecto, si bien hay varios equipos tecnológicos de gran importancia, los reactores podrían identificarse como un factor crítico. En este contexto, en el plan de contingencia se proponen las siguientes medidas:

#### 1-Capacitación del personal:

Entrenar al equipo para llevar a cabo un mantenimiento correctivo eficiente, con el fin de reducir el tiempo de inactividad o improductividad.

#### 2- Monitoreo continuo:

Implementar sistemas de monitoreo y control para supervisar el rendimiento del reactor y detectar posibles fallas o problemas de funcionamiento de manera temprana.

#### 3- Establecer programas de Mantenimiento Predictivo y Preventivo:

Es crucial para prevenir roturas o fallos en los equipos, los cuales podrían provocar una interrupción significativa en la producción. Este tipo de mantenimiento permite detectar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas graves, evitando así la detención prolongada de la producción.

### 15.1.4 ASPECTOS ECONÓMICOS

Aumento en el precio de las materias primas

Es importante considerar la posibilidad de un aumento en los precios de las materias prima, ya que tendría un impacto significativo en la estructura de costos. Este aumento podría afectar negativamente tanto el flujo de efectivo del proyecto como el precio final del producto.

Para estar preparados y mitigar este escenario, es fundamental adoptar estrategias que minimicen el impacto de un aumento en los costos de las materias primas en el desempeño financiero y la competitividad del proyecto.

Las medidas recomendadas son:

#### 1. Monitoreo de precios y tendencias:



- Estar alerta a los cambios en los precios de las materias primas y vigilar las tendencias del mercado para anticipar posibles aumentos.
- 2. Negociación de precios:**
- Negociar con los proveedores para obtener precios más favorables y considerar la posibilidad de acuerdos de descuentos por volumen o términos flexibles de pago.
- 3. Contratos a largo plazo con proveedores:**
- Establecer acuerdos a largo plazo con proveedores de materias primas para reducir la dependencia de una única fuente y aprovechar la oportunidad de obtener mejores precios.

Al implementar estas medidas, se podría mitigar el impacto negativo de un aumento en los costos de las materias primas en el desempeño financiero del proyecto, asegurando así su competitividad en el mercado.

### **Baja en el precio del producto**

La posibilidad de una disminución en el precio de la carboximetilcelulosa representa un riesgo significativo para la producción y la viabilidad económica del proyecto.

Si el precio de CMC disminuye, pueden surgir una serie de impactos negativos:

- Impacto económico: Una baja en el precio de CMC afectaría la rentabilidad del proyecto.
- Decisiones de producción y capacidad: Una baja en el precio podría llevar a replantear las decisiones de producción, lo que podría impactar en la capacidad de la planta y en la inversión en la producción de CMC.

### **Plan de contingencia para una baja en el precio CMC:**

#### **1- Reducción de costos de producción:**

Optimizar los procesos de producción para reducir los costos y mantener márgenes de ganancia aceptables incluso en un escenario de precios más bajos.

#### **2- Reestructurar el precio de venta:**

-Evaluar y ajustar el precio de venta del producto para adaptarse al nuevo panorama de mercado.

#### **3- Estrategias de marketing y posicionamiento:**

-Trabajar en estrategias de marketing que resalten las cualidades únicas de la CMC.

#### **4- Determinar el punto de rentabilidad mínima**

-Identificar el punto en el que el proyecto sigue siendo rentable incluso con el precio más bajo, para establecer límites claros en cuanto a la viabilidad del negocio.



Es importante monitorear de cerca los cambios en el mercado y en los precios, permitiendo ajustes ágiles y eficientes para mitigar el impacto de una posible baja en el precio de la CMC.

#### **Baja de ventas:**

En caso de que ocurra una baja de ventas de la CMC represente un riesgo significativo para la rentabilidad del proyecto, es crucial implementar un plan de contingencia. Las siguientes medidas podrían ser parte de este plan.

##### **1. Desarrollo de estrategias promocionales:**

- Diseñar y ejecutar estrategias promocionales efectivas para estimular la demanda del producto.

##### **2. Evaluación y ajuste del precio de venta:**

- Revisar el precio de venta de la carboximetilcelulosa y realizar ajustes si es necesario para mantener la competitividad en el mercado.

##### **3. Aumento de la inversión en marketing:**

- Incrementar la inversión en las actividades publicitarias y de marketing para mejorar la visibilidad y promoción del producto.

## **15.1.5 SINIESTROS E IMPREVISTOS**

### **Incendios y explosiones**

En esta planta el principal riesgo de incendio y/o explosiones se encuentra en la zona de almacenamiento de materias primas inflamables. Aunque se toman medidas de seguridad para prevenir tales incidentes, si ocurriera un incendio o explosión, sus efectos serían altamente perjudiciales para la planta, el personal y el entorno.

Dado este riesgo, se ha trazado un plan de contingencia que incluye las siguientes acciones:

#### **1. Capacitación del personal:**

- Realizar capacitaciones periódicas para que el personal sepa cómo actuar en caso de un siniestro, garantizando una respuesta adecuada y segura.

#### **2. Instalaciones de almacenamiento seguras:**

- Mantener almacenes y depósitos de productos inflamables con todas las medidas de seguridad necesarias.

#### **3. Mantenimiento de sistemas contra incendios:**

- Realizar mantenimiento regular en sistemas de alarmas y de lucha contra incendios para asegurar su funcionamiento óptimo en situaciones de emergencia.

#### **4. Zonas de evacuación y cartelería:**



- Disponer de áreas señalizadas para la evacuación del personal en caso de emergencia y colocar la cartelería adecuada en zonas de riesgo para evitar confusiones y negligencias.

Implementar este plan de contingencia ayudaría a reducir significativamente el riesgo de incendios y exposiciones en la empresa, protegiendo tanto las instalaciones como la seguridad del personal.

### **Accidentes de trabajo**

Es esencial implementar medidas preventivas y tomar precauciones adecuadas para evitar incidentes en el entorno laboral. Esto implica considerar cuidadosamente los aspectos estructurales y seleccionar con prudencia la tecnología a utilizar. Al atender estos elementos, se reducen las posibilidades de que ocurran accidentes laborales, aunque la atención continua sigue siendo crucial dada la influencia que estos incidentes podrían tener en el equipo de trabajo.

Se propone el siguiente plan de contingencia:

#### **1. Capacitación del personal:**

- Proporcional formación regular sobre seguridad laboral, protocolos de emergencia y uso adecuado de equipos de protección personal.

#### **2. Inspecciones regulares:**

- Realizar inspecciones periódicas para identificar posibles riesgos, problemas de seguridad o áreas que requieran mejoras.

#### **3. Mantenimiento preventivo:**

- Implementar programa de mantenimiento regular para equipos y maquinaria, garantizado que estén en óptimas condiciones de funcionamiento y reduciendo así el riesgo de accidentes derivados de fallas técnicas.

#### **4. Equipos de protección personal (EPP):**

- Asegurarse de que se proporcionen y utilicen adecuadamente los EPP según la naturaleza del trabajo y los riesgos asociados.

#### **5. Coberturas de seguros:**

- Se aseguraría contar con los seguros pertinentes que cubran los posibles accidentes laborales. Esto garantiza que, en caso de ocurrir un accidente, los empleados reciban la atención médica necesaria y estén cubiertos en términos legales.

Estas medidas forman parte de un enfoque integral para garantizar la seguridad en el entorno laboral. La prevención, la capacitación y la preparación para emergencias son pilares esenciales en cualquier plan de contingencia ante accidentes laborales.

### **Contaminación**

Evitar la contaminación en la fábrica es fundamental para proteger el medio ambiente y resguardar la salud de las personas. Para lograr este objetivo, se implementan



medidas efectivas para evitar este riesgo. Estas acciones no sólo cumplen con las normativas ambientales vigentes, sino que también promueven un entorno de trabajo seguro y saludable para los empleados. Al prevenir la contaminación, se fomenta la sostenibilidad y se aporta a la construcción de un futuro más limpio y equilibrado.

El plan de contingencia ante el riesgo de contaminación en la fábrica incluye:

**1- Identificación y evaluación de riesgos:**

- Realizar una evaluación exhaustiva de los posibles riesgos de contaminación en la fábrica.

**2- Capacidad del personal:**

- Proporcionar la formación regular sobre las prácticas de trabajo seguras y ecológicas, así como sobre la correcta gestión de residuos para minimizar el impacto ambiental.

**3- Manejo adecuado de residuos:**

- Establecer un sistema de gestión de residuos eficiente que incluya la separación, clasificación y disposición adecuada de los desechos generados durante el proceso de fabricación.

**4- Monitoreo ambiental:**

- Realizar un monitoreo regular del entorno ambiental para detectar cualquier signo de contaminación. Esto puede incluir la medición de la calidad del agua y suelo.

**5- Auditorías ambientales regulares:**

- Realizar auditorías periódicas para evaluar el cumplimiento de las normativas ambientales y realizar mejoras continuas en los procesos que reduzcan la contaminación.

Estas medidas de contingencia están diseñadas para prevenir, controlar y mitigar cualquier episodio de contaminación que pueda surgir en la fábrica, garantizando la preservación del medio ambiente y la seguridad de los empleados.

ASPECTO	RIESGO	IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	MAGNITUD	CONTINGENCIA
Tecnológicos	Falta de materia prima	ALTA	MEDIA	ALTA	Maximizar stock, acuerdo con proveedores, proveedores alternativos
	Disminución de productividad	ALTA	MEDIA	MEDIA	Mejora continua, capacitación del personal, estrategias de marketing, pronóstico de demanda, análisis de costos.
	Falla de maquinaria	ALTA	BAJA	ALTA	Capacitación del personal, monitoreo continuo, mantenimientos.
Económicos	Aumento de precio de materias primas	MEDIA	MEDIA	MEDIA	Monitoreos, negociación de precios, contratos a largo plazo con proveedores, diversificación de proveedores.
	Disminución en el precio del producto	MEDIA	BAJA	BAJA	Reducción de costos, reestructurar precio de venta, estrategias de marketing, punto de rentabilidad mínima.
	Baja de Ventas	ALTA	BAJA	ALTA	Estrategias promocionales, ajuste de precio de venta, marketing.
Siniestros e Imprevistos	Incendios y explosiones	ALTA	BAJA	ALTA	Capacitación del personal, almacenamiento seguro, sistema contra incendios, zonas de evacuación y cartelera.
	Accidentes de trabajo	ALTA	BAJA	MEDIA	Capacitación del personal, inspecciones, mantenimiento preventivo, EPP, cobertura de seguros.
	Contaminación	ALTA	BAJA	MEDIA	Identificación de riesgos, capacitación del personal, manejo de residuos, monitoreo y auditorías ambientales.

Tabla: 80 Matriz de riesgos del proyecto, Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIÓN

En este capítulo se efectuó un examen detallado de los distintos riesgos inherentes al funcionamiento de una instalación de producción de carboximetilcelulosa sódica a partir del bagazo de caña de azúcar.

Se ha desarrollado un plan de acción para abordar cada uno de los riesgos reconocidos. En este escenario, los aspectos financieros son cruciales, dado que se está llevando a cabo un estudio de viabilidad inicial.

En ciertas circunstancias, las variaciones en estos elementos pueden influir decisivamente en la factibilidad del proyecto. Por ello en el capítulo 16, identificando como “A análisis de sensibilidad”, se llevará a cabo un análisis detallado y cuantitativo de algunos de estos factores.

Para identificar desviaciones específicas asociadas con la seguridad, sería posible emplear la metodología de HAZOP. Aunque no se implementó durante el estudio, es un ejercicio viable y efectivo para profundizar en los sistemas de ingeniería.



## CAPÍTULO N ° 16: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### INTRODUCCIÓN

El propósito de esta sección es identificar y analizar distintas variables con el fin de generar posibles escenarios alternativos con el fin de que el proyecto sea rentable. En el capítulo 14 de “Evaluación económica”, se planteó un escenario en el cual no nos da una rentabilidad. Sensibilizamos ciertas variables y analizaremos si el proyecto puede llegar a ser rentable.

Para llevar a cabo el análisis se utiliza el modelo “Unidimensional de la sensibilización del VAN”, en el cual se modifica únicamente un parámetro por vez. El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el más probable de ocurrencia. Luego la sensibilización de una variable siempre se hará sobre la evaluación inicial.

El análisis de sensibilidad se centra en variables de naturaleza económica. Aunque es posible realizar ajustes en otras variables como la ubicación y el tamaño, etc. Este estudio de prefactibilidad no los incluye debido a su complejidad en la aplicación y porque los resultados que podrían obtenerse excederían los objetivos establecidos para este proyecto.

### PARÁMETROS A SENSIBILIZAR

La selección de los parámetros a someter análisis de sensibilidad es de suma importancia para asegurar el éxito de esta evaluación. Se priorizan aquellos parámetros que tienen un impacto sustancial en la viabilidad del proyecto, especialmente cuando su variación se sitúa fuera del rango previsto.

En este estudio de prefactibilidad, el análisis de sensibilidad se hará sobre el precio de venta utilizados, variable que se considera crítica en el desarrollo económico del proyecto.

#### 16.1.1 Sensibilización frente al precio de venta de la carboximetilcelulosa sódica

Respecto a la cuantificación de la sensibilidad del proyecto referido al precio de venta del producto final, se plantean distintos escenarios con precios superiores al planteado en la evaluación económica, analizando cuánto puede aumentarse para que sea rentable.

Los resultados se presentan a continuación:

PRECIO DE VENTA		
PRECIO DE VENTA	VAN	TIR(%)
5270	15582959	40
5170	7782329	29
5070	0	18
4970	-7818932	5
4870	-15619562	-14%

Tabla: 81 Análisis de sensibilidad sobre el precio de venta, Fuente: Elaboración propia

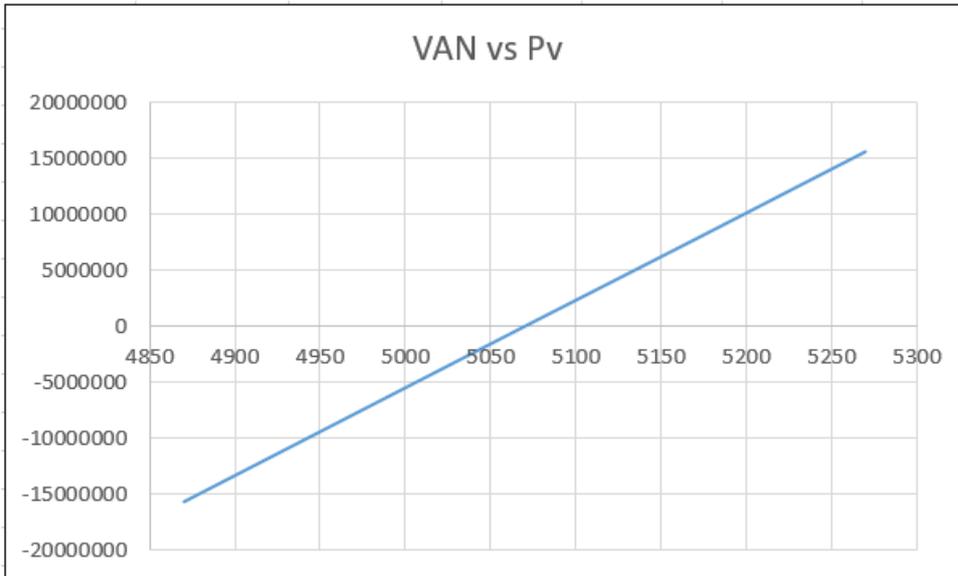


Gráfico 13 VAN vs Precio de Venta, Fuente: Elaboración propia

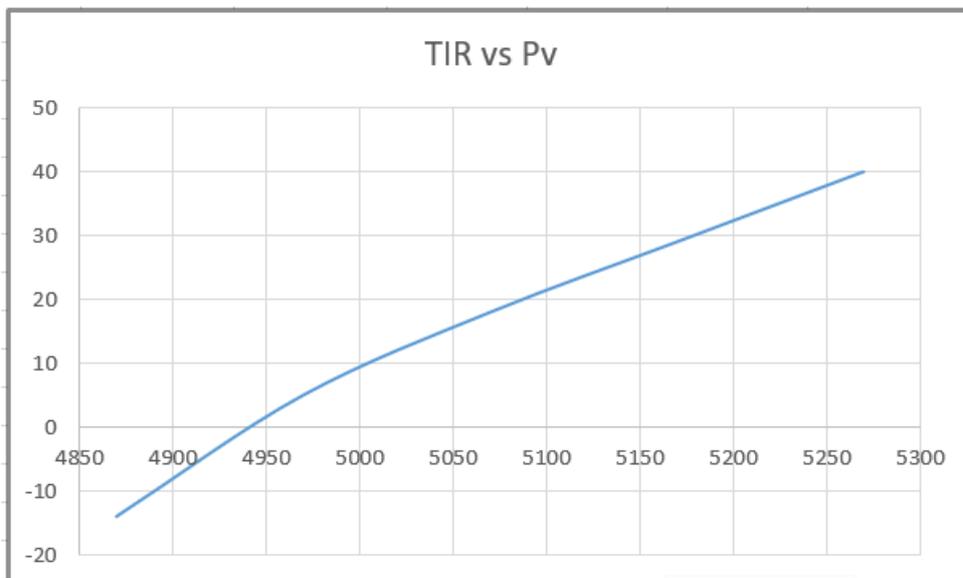


Gráfico 14 TIR vs Precio de Venta, Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tabla 16.1 y los gráficos podemos ver que al variar el precio de venta hasta un valor de 5070 el VAN se hace cero, es decir que no hay ganancia ni pérdida, se alcanzan a cubrir los costos y la TIR cumple con la tasa de descuento. Si



aumentamos a un valor de 5170 vemos que el VAN es mayor a 0 por lo tanto el proyecto es viable debido a que se obtienen ganancias, además la TIR es mayor a la tasa de descuento.

Para valores menores a 5070 el VAN es negativo por lo tanto indica que hay pérdidas, además, la TIR es menor a la tasa de descuento, es decir, que la tasa de rendimiento expresada por TIR no supera el rendimiento.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, el análisis de sensibilidad enfocado en el precio de venta de la carboximetilcelulosa sódica revela la influencia en la viabilidad económica del proyecto. Al analizar diversos escenarios con precios superiores al inicialmente estimado, se ha determinado que el proyecto es sensible a estos cambios, debido a que al aumentar a la cantidad de \$5070 el proyecto se hace viable.

Este análisis nos da una idea de cuánto podemos ajustar el precio para que podamos obtener beneficios en el proyecto y que el mismo sea viable.



## BIBLIOGRAFÍA PROYECTO FINAL:

¿Cuál es la aplicación del bagazo de caña de azúcar? (rotarydryermachine.com)

Caña de azúcar - Wikipedia, la enciclopedia libre

Azúcar (argentina.gob.ar)

Éteres De Celulosa: Producción Y Usos (chemcess.com)

Industria azucarera en Tucumán | PPT (slideshare.net)

Source: <https://www.mordorintelligence.ar/industry-reports/carboxymethyl-cellulose-cmc-market>

Mercado de carboximetilcelulosa: mapeo competitivo y perspectivas estratégicas para 2031 de carboximetilcelulosa: mapeo competitivo y perspectivas estratégicas para 2031 (theinsightpartners.com)

Informe Del Mercado Global De Carboximetilcelulosa – Tendencias De La Industria Y Pronóstico Hasta 2028 | Investigación De Mercado De Data Bridge (databridgemarketresearch.com)

BOLETIN OFICIAL REPUBLICA ARGENTINA - MINISTERIO DE SALUD SECRETARÍA DE CALIDAD EN SALUD Y SECRETARÍA DE BIOECONOMÍA - Resolución Conjunta 12/2024

Dispo\_09988-23.pdf (anmat.gob.ar)

Carboximetilcelulosa: ¿para qué sirve y cómo usarla en la industria cerámica? - ZS España (zschimmer-schwarz.es)

Informe del mercado global de carboximetilcelulosa (CMC) 2024 (researchandmarkets.com) DKS Co. Ltd. (TYO: 4461) Company Profile & Overview - Stock Analysis

History | DKS Co. Ltd. (dks-web.co.jp)

Nuestra química industrial en Argentina. Venta de químicos. | Venta y Distribución. (centauroalpha.com.ar)

Microsoft Word - Trabajo completo CAIQ-Gamboni-Sanchez1.docx (aaig.org.ar)

Comportamiento reológico de fluidos de perforación ecológicos a partir de biopolímeros (sciepub.com)

Carboximetilcelulosa: qué es, características, estructura, síntesis, usos (lifeder.com) glossary.slb.com

Carboximetil Celulosa (CMC) - FDS | PDF | Cáncer | Agua (scribd.com)

Soda cáustica: el insumo estratégico de las multinacionales argentinas - El Cronista

Caracterización de la producción de etanol en Argentina | BCCBA

admin,+Gestor a+de+la+revista,+10-I&D071-Teran-Web (4).pdf



[ácido Cloroacético: Reacciones, Producción Y Usos \(chemcess.com\)](#)

[Tamaño, participación y tendencias del mercado de ácido cloroacético \(ácido monocloroacético\) | Pronóstico de la industria \[2020-2030\] \(verifiedmarketreports.com\)](#)

[\(PDF\) OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA CARBOXIMETIL CELULOSA A PARTIR DEL PSEUDOTALLO DE PLÁTANO MUSA PARADISIACA \(SP\) \(researchgate.net\)](#)

[\(PDF\) OBTENCIÓN DE CARBOXIMETIL CELULOSA USANDO LEMNA COMO MATERIA PRIMA \(researchgate.net\)](#)

[tesis\\_n0825\\_Schwarz.pdf \(uba.ar\) IMPORTANTE ESTA EL PROCESO](#)

[fuente\(https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/10a/10a\\_1520\\_847.pdf\)](https://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/10a/10a_1520_847.pdf)

[EXPLICACION PROCESO DRUVACELL](#)

[http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal\\_CristinaFrantzis\\_Defensafinal-000.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3268/1/T026800002606-0-TrabajoFinal_CristinaFrantzis_Defensafinal-000.pdf)

[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n0825\\_Schwarz.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n0825_Schwarz.pdf)

[Parques Industriales - Listado de parques industriales de Argentina](#)

[PROICSA | Argentina.gob.ar](#)

[pckidodu7GL9LTaBqHbo.pdf \(ipaat.gov.ar\)](#)

[Ingenios azucareros - Centro Azucarero Argentino](#)

[Expansión Área Cañera 2015 - 2023 - RIDES : Mapa Temático - Tucumán : RIDES \(producciontucuman.gov.ar\)](#)

[1688451879 \(768x633\) \(scribdassets.com\)](#)

[Sociedad Anónima vs Sociedad Limitada: ¿Cuál es la diferencia? | Información legal \(todoinfolegal.com\)](#)

[constitución nacional articulo 14 y 41 - Búsqueda \(bing.com\)](#)

[ECOFIELD - Provincias - Tucumán, Argentina - Ley N° 6.699.](#)

[Legislación en Salud Argentina \(msal.gov.ar\)](#)

[Ley N° 7139.doc \(tucuman.gov.ar\)](#)

<https://boletin.tucuman.gov.ar/docs/pdf/Ley%20N%207139.pdf>

[TC5294.pdf \(legislaturadetucuman.gob.ar\)](#)

[Cómo funciona el Sistema Tributario en Argentina | El Destape \(eldestapeweb.com\)](#)

[03 guia protecciones en maquinas equipos y herramientas ok.pdf \(srt.gob.ar\)](#)

[Elementos de Protección Personal - Calzado, Cascos, Tapabocas | IRAM](#)



[Ecofield - Higiene y Seguridad en el Trabajo - Decreto 351/79 Anexo IV](#)

[Ecofield - Higiene y Seguridad en el Trabajo - Decreto 351/79 Cap. 12 - Iluminación y Color.](#)

[Cómo funciona el Sistema Tributario en Argentina | El Destape \(eldestapeweb.com\)](#)

[Veritrade | Importaciones y Exportaciones de LATINOQUIMICAAMTEX SA. \(veritradecorp.com\)](#)

[RA-276.pdf \(eeaoc.gob.ar\)](#)

[Betas \(nyu.edu\)](#)

[404 | Ámbito \(ambito.com\)](#)