



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

**PROYECTO DE DEMOSTRACIÓN DE TECMOLOGÍAS LIMPIAS**

21803

ONUDI-GEPLACEA-FQ, UNAM

ÍNDICE

Capítulo 1	Presentación
Capítulo 2	Resultados del muestreo en los tres ingenios durante las etapas estable y de liquidaciones
Capítulo 3	Balances hidráulicos en la etapa estable para los tres ingenios participantes
Anexo 1A	Resultados de período estable de la zafra en el Ingenio San Francisco Ameca, S.A. de C.V.
Anexo 1B	Resultados de período de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio San Francisco Ameca, S.A. de C.V.
Anexo 2A	Resultados de período estable de la zafra en el Ingenio El Potrero, S.A. de C.V.
Anexo 2B	Resultados de período de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio El Potrero, S.A. de C.V.
Anexo 3A	Resultados de período estable de la zafra en el Ingenio Central Motzorongo, S.A. de C.V.
Anexo 3B	Resultados de período de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio Central Motzorongo, S.A. de C.V.
Anexo 4	Descripción de los ingenios en estudio: Manual Azucarero Mexicano Diagrama para la elaboración de azúcar en Ingenio Ameca Diagrama para la elaboración de azúcar en Ingenio El Potrero Diagrama para la elaboración de azúcar en Ingenio Central Motzorongo Boletín Geplacea (fotocopia)

# PROYECTO DE DEMOSTRACIÓN DE TECMOLOGÍAS LIMPIAS

## ONUDI-GEPLACEA-FQ, UNAM

### BALANCES HIDRÁULICOS EN TRES AGROINDUSTRIAS MEXICANAS

#### CAPÍTULO 1

#### PRESENTACIÓN

La problemática enfrentada por los países en vías de desarrollo para alcanzar un desarrollo industrial sostenido o sustentable como se le conoce actualmente es sumamente compleja, especialmente a la luz del impacto que, sobre el ambiente, ejerce el sector industrial. Esto se debe a que la industria en los países en vías de desarrollo es, en términos generales, obsoleta (tanto por su equipo, como por los procesos que sigue). De hecho, dada su falta de liquidez, no puede llevar a cabo investigación y desarrollo que le permitan generar procesos idóneos para sus características propias. La tendencia ha sido la de adquirir tecnologías que se encuentran en el mercado a precios relativamente bajos y que son, justamente, las tecnologías ya desechadas en los países industrializados por su excesivo consumo energético y su fuerte impacto sobre el ambiente.

Por esta razón, es importante que estas industrias sean apoyadas por entidades internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), para llevar a cabo estudios que les permitan caminar hacia un desarrollo sustentable compatible con el entorno y acorde a sus propios intereses y los del país en que se encuentran.

Este proyecto ha tomado como caso de estudio a la agroindustria de la caña de azúcar, una materia prima extraordinaria, ya que no existe una macrofito que dé una productividad agrícola similar (de 50 a 150 T/ha). Debido a problemas estructurales, de competencia en el mercado y a otros factores que caen fuera de este proyecto, los productos derivados de la caña de azúcar, especialmente el azúcar, tienen precios muy bajos en el mercado internacional y hacen que esta agroindustria no pueda superar las crisis que ha enfrentado en los últimos treinta años.

Existe en Latinoamérica y el Caribe una asociación de países productores y exportadores de azúcar de caña, creada en 1974 por iniciativa del gobierno de México y cuya sede se encuentra justamente en la Ciudad de México. Forman parte de ella 23 países de la región, que producen aproximadamente el 42% del azúcar de caña del mundo y su nombre oficial es Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA). Dentro de los objetivos de esta organización están los de promover acciones solidarias entre los países miembros, de coordinar políticas tendientes a lograr niveles de precios justos y remunerativos para sus productos finales y de actuar para fortalecer el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos acerca de la agricultura, el aprovechamiento de los subproductos de la caña y el proceso de producción de azúcar.

Por esta razón, cuando el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se planteó el establecimiento de un proyecto que contemplara dos tipos de industrias, la del cemento y la de la caña de azúcar, GEPLACEA ofreció su apoyo en lo que a esta última se refiere para seleccionar un país de entre los 23 países miembros y a varias industrias que pudieran dar a este proyecto un panorama amplio de la problemática que enfrentan y el camino que podría llevarlas a solucionarla.

Este subproyecto es el complemento del proyecto iniciado en 1992 (Durán de Bazúa, 1992; Durán de Bazúa y Cordovés, 1993a,b; 1994; Durán de Bazúa y Rosales, 1994; Durán de Bazúa y col., 1995) y contempla exclusivamente el balance de agua de los tres ingenios participantes (San Francisco Ameca, cuyo nombre oficial es Fomento Azucarero del Centro, que pertenece al Grupo Beta San Miguel; Central Motzorongo, que pertenece al grupo Machado y El Potrero, que actualmente pertenece al Grupo CAZE).

Este informe final cubre las actividades realizadas en la zafra 1995-1996. En el capítulo 2 se presentan los resultados del muestreo durante las etapas estable y de liquidaciones o terminación de la zafra o período de operación anual de los ingenios (los anexos 1 al 3 compilan la información completa y la metodología seguida para realizar los balances hidráulicos). El capítulo 3 incluye los balances hidráulicos propiamente dichos, tomados durante la etapa estable de los ingenios. En el anexo 4 se presenta una descripción tomada del Manual Azucarero (1990-1995) para cada uno de los ingenios y un plano de México que muestra la ubicación general de ellos. Asimismo, tiene una fotocopia de la revista Geplacea (p.6), donde se indica el inicio del proyecto.

Puede verse de estos datos que las estimaciones realizadas por las expertas nacional y de Geplacea fueron correctas, a pesar de no contar con el equipamiento necesario, aunque sí con la experiencia previa que permitió definir la estrategia presentada en el informe final (primer borrador) entregado a la ONUDI y publicado internamente en la UNAM en noviembre de 1995 (Durán de Bazúa y col., 1995).

Ciudad de México, D.F. Noviembre de 1996.

Profa. Dra.-Ing. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa  
Responsable del subproyecto y Coordinadora Global del PIQAyQA-FQ-UNAM  
Programa de Ingeniería Química Ambiental y Química Ambiental  
Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

## REFERENCIAS

Durán de Bazúa, C. 1992. *First Consultancy Report: Demonstration of Cleaner Production Techniques for the Cane Sugar Agroindustry*. UNIDO Project US/INT/91/217/15-01-2, ONUDI-GEPLACEA-UNAM Publication. Mexico City, D.F. México.

Durán de Bazúa, C. y Cordovés, M. 1993a. *Second Consultancy Report: Demonstration of Cleaner Production Techniques for the Cane Sugar Agroindustry*. UNIDO Project US/INT/91/217/15-01-2, ONUDI-GEPLACEA-UNAM Publication. Mexico City, D.F. México.

Durán de Bazúa, C. y Cordovés, M. 1993b. *Final Consultancy Report (First Draft): Demonstration of Cleaner Production Techniques for the Cane Sugar Agroindustry*. UNIDO Project US/INT/91/217/15-01-2, ONUDI-GEPLACEA-UNAM Publication. Mexico City, D.F. México.

Durán de Bazúa y Cordovés, 1994. *Second Final Consultancy Report (First Draft): Demonstration of Cleaner Production Techniques for the Cane Sugar Agroindustry*. UNIDO Project US/INT/91/217/15-01-2, ONUDI-GEPLACEA-UNAM Publication. Mexico City, D.F. México.

Durán de Bazúa, C. y Rosales, J. 1994. *Auditoría ambiental a un ingenio azucarero alcoholero del estado de Veracruz., México*. Responsables globales. Informe Técnico de Proyecto AUD-01-94. Pub. PIQAYQA-FQ-UNAM. México D.F. México.

Durán de Bazúa, C., Cordovés, M. y Zedillo, L.E. 1995. *Draft Final Report of Demonstration of Cleaner Production Techniques for the Canesugar Agroindustry*. UNAM, GEPLACEA, UNIDO, PIQAYQA Publication. Environmental and Energy Branch. Industrial Sectors and Environment Division, UNIDO. Pub. Facultad de Química, UNAM. Noviembre, México D.F. México.

## CAPITULO 2

### RESULTADOS DEL MUESTREO EN LOS TRES INGENIOS DURANTE LAS ETAPAS ESTABLE Y LIQUIDACIONES.

Durante la realización de los muestreos en las dos etapas, se obtuvieron resultados en campo de temperatura, pH, conductividad, sólidos sedimentables y gasto volumétrico. Una vez entregadas las muestras en el LABORATORIO DEL PIQAYQA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM, se les determinaron los parámetros de Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos fijos.

Lo anterior, con el objetivo de conocer la calidad de agua y el gasto volumetrico que entra y sale de cada uno de los ingenios participantes.

A continuación se muestran los resultados antes mencionados para los tres ingenios durante la etapa estable y liquidaciones.

#### 2.1. ETAPA ESTABLE

##### 2.1.1 INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, S.A. DE C.V.

##### Pto. 1 Agua de suministro al Ingenio

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	25
pH	7.05
Conductividad (µS/cm)	96
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	110.62
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	72.54
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	52
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	8
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.1

### Pto. 2A Cisterna de circuito cerrado de enfriamiento

La cisterna forma parte de un sistema auxiliar de agua de enfriamiento de la carcasa de las turbinas de vapor que proporcionan trabajo mecánico en producción.

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	31
pH	7.94
Conductividad (µS/cm)	461.67
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	272.52
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	2,083.20
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	1,474
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	60
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.2

### Pto. 2B Charolas de la torre de enfriamiento

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	23
pH	8.24
Conductividad (µS/cm)	188.67
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	206.97
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	272
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	16
Sólidos sedimentables (mL/L)	24

nfm = No fue factible la medición

### Pto. 2C Descarga de turbogeneradores

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	27
pH	6.85
Conductividad (µS/cm)	99
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	72
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	123.63
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	62
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	4
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.3

### Pto. 3A Entrada a fosas de cenizas

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	47
pH	6.94
Conductividad (µS/cm)	357.33
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	81.36
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,471.68
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	10,148
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	148
Sólidos sedimentables (mL/L)	38.5

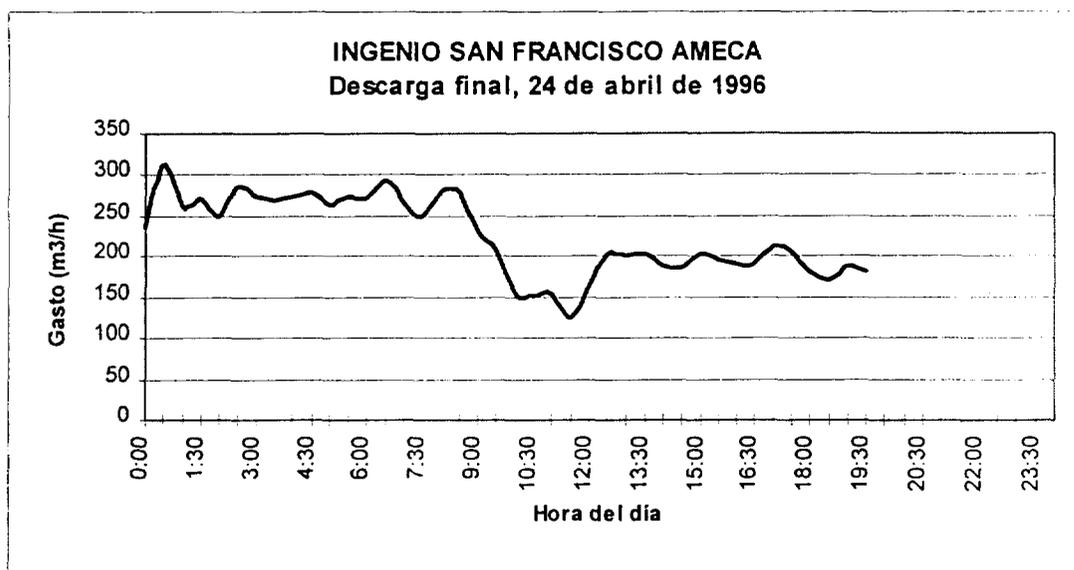
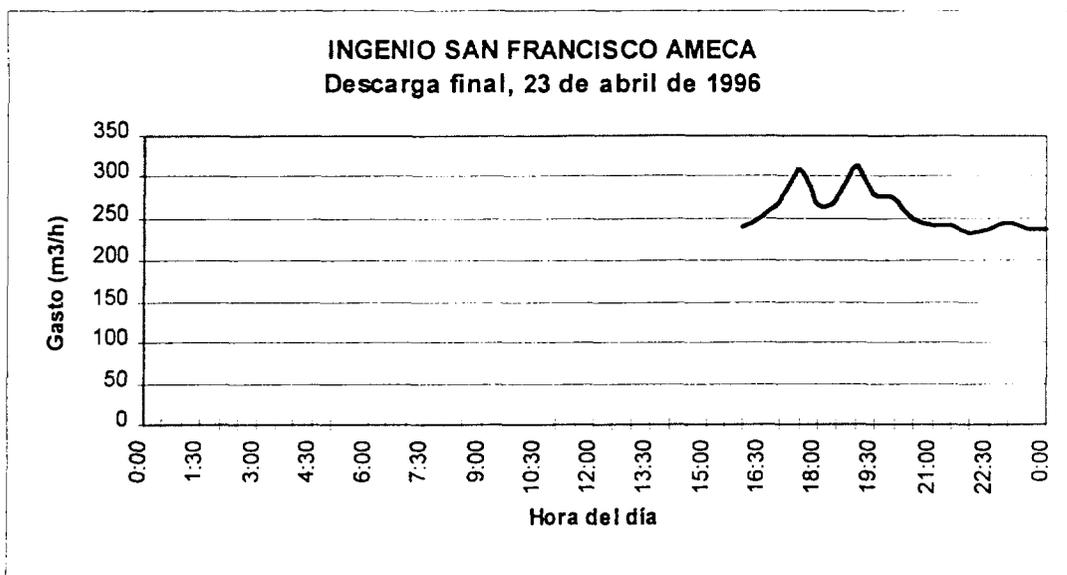
### Pto. 3B Salida de fosa de cenizas

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	42
pH	6.08
Conductividad (µS/cm)	230
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	94.68
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,834.56
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	4,548
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	124
Sólidos sedimentables (mL/L)	45

### Pto. 4A Descarga general del Ingenio

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	32
pH	5.95
Conductividad (µS/cm)	183.2
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	233.76
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	2,029.44
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	3,112
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	50
Sólidos sedimentables (mL/L)	33.7

Los gráficos siguientes muestran el comportamiento de la descarga final durante los últimos dos días del trabajo en campo.



Para el cálculo del gasto promedio, se calculó la integral del área bajo la curva, dividida por el tiempo total. Los valores de gasto se presentan a continuación.

	m3/h	L/s
GASTO MAXIMO	314.00	87.22
GASTO PROMEDIO	233.76	64.93
GASTO MINIMO	125.00	34.72

**Pto. 4B Salida de trampa de grasas y aceites**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	31
pH	4.6
Conductividad (µS/cm)	221
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	113.04
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	5,214.15
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	303
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	78
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.5

**Pto. 4C Mezcla del efluente de trampa de grasas y aceites y la descarga de la fábrica.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	29
pH	5.9
Conductividad (µS/cm)	160
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	139.08
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	2,324.53
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	216
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	100
Sólidos sedimentables (mL/L)	3.5

**Pto. 5 Salida del estanque de enfriamiento.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	29
pH	5.28
Conductividad (µS/cm)	118
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	4428
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	2,184.00
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	980
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	456
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.1

**Pto. 7A Fosa de neutralización.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	26
pH	10.48
Conductividad (µS/cm)	197
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,48.67
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	94
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	16
Sólidos sedimentables (mL/L)	4

nfm = No fue factible la medición

**Pto. 7C Fosa de neutralización.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	36
pH	5.58
Conductividad (µS/cm)	5,700
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	13,070.93
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	138
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	40
Sólidos sedimentables (mL/L)	2

nfm = No fue factible la medición

## 2.1.2. INGENIO EL POTRERO, S.A. DE C.V.

### Pto. 1 Agua de suministro general al Ingenio.

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22
pH	7.62
Conductividad (µS/cm)	270
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	12,277
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	14.54
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	6
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.0

### Pto. 2.1 Suministro de agua a la Colonia Obrera.

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22
pH	7.62
Conductividad (µS/cm)	270
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	55.98
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

Los parámetros restantes no se determinaron porque se considera que la calidad del agua es la misma que la de suministro al ingenio.

### Pto. 2.2 Suministro de agua a la Colonia la Loma.

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	20
pH	7.19
Conductividad (µS/cm)	293.5
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	0.428
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	10.75
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	8
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 2.3 Suministro de agua a la Colonia Sixto.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22
pH	7.62
Conductividad (µS/cm)	270
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	9.55
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

Los parámetros restantes no se determinaron porque se considera que la calidad del agua es la misma que la de suministro al ingenio.

**Pto. 2.4 Suministro de agua a la planta Kimberly Clark.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22
pH	7.62
Conductividad (µS/cm)	270
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	20.52
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

Los parámetros restantes no se determinaron porque se considera que la calidad del agua es la misma que la de suministro al ingenio.

**Pto. 2.5 Suministro de agua a la Colonia Pinos.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22
pH	7.62
Conductividad (µS/cm)	270
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	31.81
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	----
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

Los parámetros restantes no se determinaron porque se considera que la calidad del agua es la misma que la de suministro al ingenio.

**Pto. 3at Descarga de agua de enfriamiento de las turbinas y un generador (turbogeneradores).**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	34
pH	6.89
Conductividad (µS/cm)	276
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	55.8
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	12.04
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	3
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	5
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 3ag Descarga de agua de enfriamiento de los generadores (turbogeneradores).**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	25
pH	6.89
Conductividad (µS/cm)	266
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	24.01
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	5.28
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

Al analizar la infoemación de las dos descargas relacionadas al sistema de generación de energía eléctrica, se resume lo siguiente:

Flujo de agua de enfriamiento de cada generador: 3.33 L/s

Flujo de agua de enfriamiento de cada turbina: 4.05 lps

**Total del área considerando 3 sistemas de generación: 22.16L/s**

**Pto. 3bA Enfriamiento de aceite de turbina del tandem de molinos A.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	23.5
pH	7.52
Conductividad (µS/cm)	295
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	
reductores	3.36
turbina	8.34
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	16.06
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	14
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

En el tandem "A" operan normalmente tres sistemas de este tipo, con un gasto total para dicho tandem de **11.7 L/s**.

**Pto. 3bB Enfriamiento de aceite de turbina del tandem "B".**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	23
pH	7.44
Conductividad (µS/cm)	300
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	
reductores	3.63
turbina	5.58
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	17.93
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	8
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

En este caso, son 6 los equipos que operan normalmente, con un gasto total para éstos de **18.42 L/s**

Para los dos tandems ("A" y "B"), el gasto total sólo para el enfriamiento de aceite es de **30.12 L/s**.

**Pto. 3c Enfriamiento de bombas de vacío.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	23
pH	7.48
Conductividad (µS/cm)	303
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	
normal	5.11
máxima	15.48
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	24.08
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	11
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

El gasto total de las tres bombas de vacío es de **4.26 a 12.9 L/s**

**Pto. 3d Enfriamiento de chumaceras de molinos tandem "B".**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	23
pH	7.55
Conductividad (µS/cm)	290
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	7.5
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	15.873
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	12
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 3e Enfriamiento de compresores.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	27
pH	7.66
Conductividad (µS/cm)	300
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	5.79
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	9.36
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	15
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

El gasto total del sistema de 5 compresores es de **28.98 m<sup>3</sup>/h**

**Pto. 4a Lavados ácidos y alcalinos de evaporadores.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	75
pH	3.72
Conductividad (µS/cm)	5080
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	8,936.8
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	1
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	60
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.5

nfm = No fue factible la medición

**Pto. 5a Condensados sucios de tachos y evaporadores.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	63
pH	7.11
Conductividad (µS/cm)	120
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,656.6
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	9
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.1

nfm = No fue factible la medición

**Pto. 5b Condensados limpios de tachos y evaporadores.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	83
pH	7.38
Conductividad (µS/cm)	50.2
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	nfm
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	629.62
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	5
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

nfm = No fue factible la medición

**Pto. 8f Descarga directa de la planta de tratamiento  
(desmineralizadora) descarga intermitente.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	21
pH	6.63
Conductividad (µS/cm)	350
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	30.52
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	12
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	17
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	5
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 8r Fosa de descargas de la planta de  
tratamiento (desmineralizadora).**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	22
pH	6.13
Conductividad (µS/cm)	272.5
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	16
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	48
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.0

**Pto. 9 Suministro de agua a la destilería del alcohol.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	27.5
pH	6.8
Conductividad (µS/cm)	350
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	114.81
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	13.22
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	10
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 10 Descarga de la destilería del alcohol.**

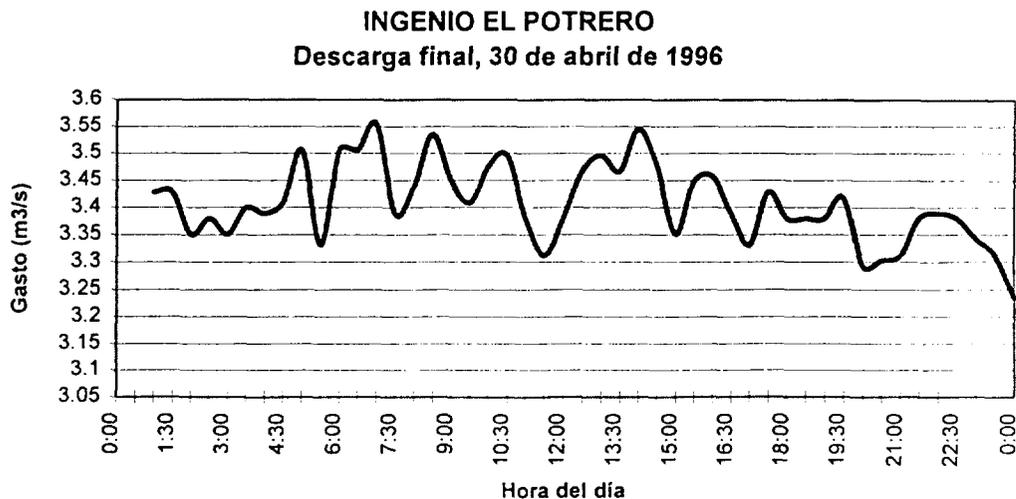
Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	27.5
pH	5.37
Conductividad (µS/cm)	5,020
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	120.85
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	14,591.20
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	1,330
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	80
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.1

El presente muestreo se efectuó mientras se lavaban: una tina de preparación de mosto y se tenía una descarga de enfriamiento (condensadores) con un flujo de 2.63 L/s medido en forma independiente.

**Pto. 11 Descarga general del Ingenio.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	29
pH	6.8
Conductividad (µS/cm)	385
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	12,268
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	241.64
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	9
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	10
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.5

El gráfico siguiente muestra el resultado de ése monitoreo, efectuado el día 30 de abril.



Es de observarse como los valores medidos concuerdan con el flujo de alimentación al ingenio.

**Pto. 12 Descarga fugitiva (arroyo).**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	22.5
pH	5.75
Conductividad (µS/cm)	276
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	28.8
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	7.93
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	15
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.6

**Pto. 13 Vinaza cruda.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	86
pH	4.2
Conductividad (µS/cm)	6,930
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	9.22
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	139,896
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	0
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 14 Agua del manantial (nacimiento de río que suministra al ingenio).**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	18
pH	6.99
Conductividad (µS/cm)	261
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	-----
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	0
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	3
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 15 Toma de agua hacia el ingenio (derivación).**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	21
pH	6.99
Conductividad (µS/cm)	255
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	12,277
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	11.9
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	5
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	2,005
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

### 2.1.3. INGENIO CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V.

#### Pto. 1 Agua de suministro al ingenio.

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	29
pH	7.39
Conductividad (µS/cm)	544
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	58.32
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	171.78
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	10
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	5
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.47

#### Pto. 2 Agua de suministro a la población.

En este punto no se tomo muestra debido a que el agua proviene de la misma fuente de suministro del ingenio.

Se tomaron lecturas del medidor para conocer la cantidad que se suministra a la población.

Volumen de agua promedio por día es de **390.52 m<sup>3</sup>**

#### Pto. 3A Agua de enfriamiento de turbinas y reductores.

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	28
pH	7.30
Conductividad (µS/cm)	600
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	3.13
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	8.053
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	0
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	0
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

En promedio, por día, el consumo de agua de enfriamiento para las turbinas y reductores es:

$0.87 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 75.06 \text{ m}^3/\text{día}$

**Pto. 3B Chumaceras de molinos.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	29
pH	6.69
Conductividad (µS/cm)	461
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	27.04
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	601.31
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	190
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	15
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

El volumen total por día es:

$$7.51 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} = 27036 \text{ L/h} = 27.04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$27.04 \text{ m}^3/\text{h} * 3 \text{ horas/ turno} = 81.108 \text{ m}^3/\text{turno}$$

$$81.108 \text{ m}^3/\text{turno} * 3 \text{ turnos /día} = 243 \text{ m}^3/\text{día}$$

El gasto total de agua de enfriamiento para las chumaceras de los molinos es de **243 m<sup>3</sup>**.

**Pto. 4 Descarga de la fosa de batey y molinos.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	33
pH	4.77
Conductividad (µS/cm)	608
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	7.81
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	18.78
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	6
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	52
Sólidos sedimentables (mL/L)	3.5

Considerando que la descarga es intermitente y la bomba opera aproximadamente 6 horas por turno, de manera tal que el gasto por día será de:

$$2.17 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} = 7812 \text{ L/h} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 7.812 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$7.812 \text{ m}^3/\text{h} * 6 \text{ h/ turno} = 46.87 \text{ m}^3/\text{turno}$$

$$46.87 \text{ m}^3/\text{turno} * 3 \text{ turnos /día} = 140.62 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen diario de descarga de la fosa de molinos es de **140.62 m<sup>3</sup>/ día**

**Pto. 6 Agua de los condensadores barométricos de tachos y evaporadores.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	37
pH	7.3
Conductividad (µS/cm)	600
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	6,912
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	358.38
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	86.6
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	16
Sólidos sedimentables (mL/L)	0

**Pto. 8 Agua de servicios sanitarios.**

Parámetro	Etapa estable
Temperatura (°C)	29
pH	6.5
Conductividad (µS/cm)	600
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	18.72
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	170.52
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	185
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	28
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.5

**Pto. 9 Agua de suministro a la planta Kimberly Clark**

El agua que se utiliza en la planta Kimberly Clark, es principalmente en enfriamiento de sus equipos y servicios sanitarios, por lo que la calidad de agua que utilizan es la del propio río. Debido a esta situación no se tomo muestra, únicamente se realizó el aforo de dos tuberías elevadas que descargan directamente al río.

Para el balance hidráulico el flujo encontrado en metros cúbicos por día es:

$$3.82 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 330.048 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

**Pto. 10 Descarga de la bodega de azúcar.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	29
pH	4.15
Conductividad (µS/cm)	109
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	0.6264
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	-----
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	-----
Sólidos sedimentables (mL/L)	2.1

El gasto promedio diario es el siguiente:

$$0.1737 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 15 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Pto. 11 Corriente general de descarga.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	35
pH	6.21
Conductividad (µS/cm)	506
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	126.43
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,563.76
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	150
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	10
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.5

Volumen de agua de descarga por día

$$35.115 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 3033.936 \text{ m}^3 \text{ por día}$$

**Pto. 12 Descarga de la planta de tratamiento de aguas.**

Parámetro	Etapas estable
Temperatura (°C)	30
pH	6.4
Conductividad (µS/cm)	300
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	1.8
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	1,476.45
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	380
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	52
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.3

**Pto. 13 Descarga doméstica.**

<b>Parámetro</b>	<b>Etapa estable</b>
Temperatura (°C)	33
pH	6.84
Conductividad (μS/cm)	370
Gasto volumetrico (m <sup>3</sup> /h)	-----
Demanda Química de Oxígeno promedio (DQO) (mg/L)	173.14
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	120
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	16
Sólidos sedimentables (mL/L)	1.5

## CAPÍTULO 3

### BALANCES HIDRAÚLICOS EN LA ETAPA ESTABLE PARA LOS TRES INGENIOS PARTICIPANTES

Uno de los puntos principales del presente trabajo, es conocer el volumen de agua que se utiliza en los ingenios azucareros y la cantidad de contaminantes que se descargan expresados como Demanda Química de Oxígeno DQO (Kg/d) y Sólidos Suspendedos Totales SST (Kg/d).

Para la realización de los balances hidráulicos solamente se consideró la etapa estable, ya que se puede determinar la generación de contaminantes por etapa de proceso.

En la etapa de liquidaciones, como las descargas de los equipos se manejan en volumen total, no es representativo el mencionar generación de contaminates, unicamente se entendería al realizar un balance general a la entrada y a la salida del ingenio, que fueron los datos que se utilizaron para realizar el balance de la etapa de liquidaciones.

#### 3.1. ETAPA ESTABLE

##### 3.1.1. INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, S.A. DE C.V.

###### ENTRADAS AL INGENIO AMECA

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
1	Agua de suministro al Ingenio	110.62	72.54	192.58	52.00	138.05
	Agua en caña	--	--	--	--	--

###### SALIDAS DEL INGENIO AMECA

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
4A	Descarga general, final (parshall)	233.76	2029.44	11385.65	3112	17459.07

###### OTRAS SALIDAS DEL INGENIO QUE NO SE JUNTAN EN LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 4C)

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
	Perdidas por evaporación	--	--	--	--	--

**CORRIENTES DE RECIRCULACION (NO SE TOMAN EN CUENTA PARA EL BALANCE)**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
2A	Cisterna de circuito cerrado de enfriamiento	272.52	2083.20	13625.13	1474.00	9640.67
2B	Charolas de la torre de enfriamiento	--	206.97	--	272.00	--
2C	Descarga de enfriamiento de turbogeneradores	72.00	123.63	213.63	62.00	107.14
3A	Entrada a fosa de cenizas	81.36	1471.68	2873.66	10148.00	19815.39
5	Salida del estanque de enfriamiento	4428.00	2184.00	232098.05	980.00	104146.56
	<b>totales</b>	<b>4853.88</b>		<b>248810.5</b>		<b>133710</b>

**CORRIENTES QUE SE EVAPORAN (NO SE TOMAN EN CUENTA PARA EL BALANCE)**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
7A	Fosa de neutralización (entrada)		248.67		94	
7C	Fosa de neutralización (contenido)		13070.93		138	

**LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 4A) SE CONFORMA DE LAS SIGUIENTES CONTRIBUCIONES:**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
3B	Salida de fosa de cenizas	94.68	1834.56	4168.71	4548	10334.511
4C	Mezcla de trampa de grasas	139.08	2324.53	7759.10	216	720.99
	<b>total</b>	<b>233.76</b>		<b>11927.80</b>		<b>11055.50</b>

**BALANCE HIDRAULICO**

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

**Q1 + Q agua en caña = Q4 + Q pérdidas por evaporación**

entradas	Q1	m3/h	110.62
	Qagua en caña - pérdidas por evaporación(*)		123.14
			<b>233.76</b>
salidas	Q4		233.76
	<b>balance</b>		<b>0.00</b>

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (DQO )**

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado por  
la ecuación:

$$DQO1 + DQO \text{ generado} = DQO 4$$

por lo que  $DQO \text{ generado} = DQO4 - DQO1$

		kg/d
entradas	DQO1	192.58
	DQO generado	11193.06
		<b>11385.64</b>
salidas	DQO4A	11385.645
	<b>balance</b>	<b>0.00</b>

con lo que

DQO generado = <b>11,193.06 kg/d</b>
--------------------------------------

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE  
(SST)**

SST = Sólidos Suspendidos Totales

el balance de carga viene representado por  
la ecuación:

$$SST1 + SST \text{ generado} = SST4C$$

por lo que  $SST \text{ generado} = SST4C - SST1$

		kg/d
entradas	SST1	138.05
	SST generado	17321.01
		17459.06
salidas	SST4C	17459.07
	<b>balance</b>	<b>0.00</b>

con lo que

SST generado = <b>17321.01 kg/d</b>
-------------------------------------

### 3.1.2. INGENIO EL POTRERO S.A. DE C.V.

#### CARACTERISTICAS DEL AGUA QUE INGRESA AL INGENIO EL POTRERO DESDE SU ORIGEN

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
14	Agua del manantial (nacimiento del rio que suministra al ingenio)				3.00	
15	Toma de agua hacia el ingenio	12277.00	11.90	3506.31	5.00	1473.24

#### ENTRADAS AL INGENIO EL POTRERO

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
1	Agua de suministro General al Ingenio	12277.00	14.54	4284.18	6.00	1767.89
	Agua en caña	--	--	--	--	--

#### SALIDAS DEL INGENIO EL POTRERO

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
11	Descarga general del ingenio	12268.00	241.64	71146.55	22.00	6477.50
12	Descarga fugitiva (arroyo)	28.80	7.93	5.48	6.00	4.15
<b>totales</b>		<b>12296.80</b>		<b>71152.03</b>		<b>6481.65</b>

#### OTRAS SALIDAS DEL INGENIO QUE NO SE JUNTAN EN LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 11)

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSS T/L	kgSST/d
2.1	Suministro Colonia Obrera	55.98	14.54	19.53	6.00	8.06
2.2	Suministro Colonia La Loma	0.43	10.75	0.11	8.00	0.08
2.3	Suministro Colonia Sixto	9.55	14.54	3.33	6.00	1.38
2.5	Suministro Colonia Pinos	31.81	14.54	11.10	6.00	4.58
9	Suministro a la destileria de alcohol	114.81	13.22	36.43	10.00	27.55
	Pérdidas por evaporación	--	--	--	--	--
<b>totales</b>		<b>212.58</b>		<b>70.51</b>		<b>41.65</b>

**LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 11) SE CONFORMA DE LAS SIGUIENTES CONTRIBUCIONES:**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSS T/L	kgSST/d
2.4	Suministro Kimberly Clark	20.52	14.54	7.16	6.00	2.95
3at	Descarga de agua de enfriamiento de las turbinas y un generador (turbogeneradores)	55.80	12.04	16.12	3.00	4.02
3ag	Descarga de lo generadores (turbogeneradores)	24.01	5.28	3.04	0.00	0.00
3bA	Enfriamiento de aceite de turbina del Tandem A	35.10	16.06	13.53	14.00	11.79
3bB	Enfriamiento de aceite de turbina Tandem B	55.26	17.93	23.78	8.00	10.61
3c	Enfriamiento de bombas de vacio	15.33	24.08	8.86	11.00	4.05
3d	Enfriamiento de chumaceras de molinos Tandem B	90.00	15.87	34.28	12.00	25.92
10	Descarga de la destileria de alcohol	120.85	14515.20	42099.89	1330.00	3857.53
13	Vinaza cruda	9.22	141120.00	31227.03	0.00	0.00
*	Agua de condensadores barométricos (*)	11271.00	--	--	--	--
<b>totales</b>		<b>12122.25</b>		<b>73574.70</b>		<b>3916.88</b>

(\*) Dato proporcionado por el ingenio (estimado)

**BALANCE HIDRAULICO**

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

$$Q1 + Q \text{ agua en caña} = Q11 + Q12 + Q \text{ otras salidas} + Q \text{ pérdidas por evaporación}$$

		m3/h
entradas	Q1	12277.00
	Qagua en caña - pérdidas por evaporación(*)	232.38
		<b>12509.38</b>
salidas	Q11	12268.00
	Q12	28.80
	Q otras salidas	212.58
		<b>12509.38</b>
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE  
(DQO)**

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado  
por la ecuación:

$$DQO1 + DQO \text{ generado} = DQO 11 + DQ12 * DQO \text{ otras salidas}$$

$$\text{por lo que DQO generado} = DQO11+DQO12+ DQO \text{ otras salidas}-DQO1$$

		kg/d
entradas	DQO1	4284.18
	DQO generado	66943.83
		<b>71228.01</b>
salidas	DQO11	71152.03
	DQO12	5.48
	DQO otras salidas	70.51
		<b>71228.02</b>
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

con lo que

DQO generado = 66943.83 kg/d
------------------------------

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE  
(SST)**

SST = Sólidos Suspendidos Totales

el balance de carga viene representado  
por la ecuación:

$$SST1 + SST \text{ generado} = SST11 + SST12$$

$$\text{por lo que SST generado} = SST11+SST12-SST1$$

		kg/d
entradas	SST1	1767.89
	SST generado	4755.42
		<b>6523.31</b>
salidas	SST11	6477.50
	SST12	4.15
	SST otras salidas	41.65
		<b>6523.30</b>
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

con lo que

SST generado = 4755.42 kg/d
-----------------------------

### 3.1.3. INGENIO CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V.

#### ENTRADAS AL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
1	Agua de suministro al ingenio	58.32	171.78	240.44	10.00	14.00

#### CORRIENTES DE REIRCULACIÓN (NO SE TOMAN EN CUENTA PARA EL BALANCE HIDRAÚLICO)

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
3B	Chumaceras de molinos	27.04	601.31	390.23	190.00	123.30
6	Agua de los condensadores barométricos	6,912.00	358.38	59,450.00	86.60	14,365.90
<b>total</b>		<b>6,939.04</b>		<b>59,841.17</b>		<b>14,489.20</b>

#### OTRAS SALIDAS DEL INGENIO QUE NO SE JUNTAN EN LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 11)

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
11	Corriente general de descarga	126.43	1,563.76	4,744.95	150.00	455.15
12	Descarga de planta de tratamiento	1.80	1,476.45	63.78	380.00	16.42
<b>total</b>		<b>128.23</b>		<b>4,808.73</b>		<b>471.56</b>

#### OTRAS SALIDAS DEL INGENIO QUE NO SE JUNTAN EN LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 11)

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSS T/L	kgSST/d
2	Agua de suministro a la población	16.27	171.78	67.08	10.00	3.90
9	Agua de suministro Kimberly Clark	13.75	171.78	56.69	10.00	3.30
<b>totales</b>		<b>30.02</b>		<b>123.76</b>		<b>7.20</b>

#### LA DESCARGA GENERAL (PUNTO 11) SE CONFORMA DE LAS SIGUIENTES CONTRIBUCIONES:

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSS T/L	kgSST/d
3A	Turbinas y reductores de molinos	3.13	8.053	0.60	0.00	0.00
4	Descarga de la fosa de batey y molinos	7.81	18.78	2.64	6.00	1.12
8	Agua de servicios sanitarios	18.72	170.52	76.61	185.00	83.12
10	Descarga de bodega de azúcar	0.6264	0.00			
13	Descarga doméstica		173.14		120.00	
<b>totales</b>		<b>30.2864</b>		<b>79.86</b>		<b>84.24</b>

### BALANCE HIDRAULICO

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

$$Q1 + Q \text{ agua en caña} = Q11 + Q12 + Q \text{ otras salidas} + Q \text{ pérdidas por evaporación}$$

		m3/h
entradas	Q1	58.32
	Q agua en caña - pérdidas por evaporación(*)	99.93
		<b>158.25</b>
salidas	Q11	126.43
	Q12	1.80
	Q otras salidas	30.02
		<b>158.25</b>
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

### BALANCE CARGA CONTAMINANTE (DQO )

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado por la ecuación:

$$DQO1 + DQO \text{ generado} = DQO 11 + DQ12 + DQO \text{ otras salidas}$$

por lo que  $DQO \text{ generado} = DQO11 + DQO12 + DQO \text{ otras salidas} - DQO1$

		kg/d
entradas	DQO1	240.44
	DQO generado	4,692.06
		<b>4,932.50</b>
salidas	DQO11	4,744.95
	DQO12	63.78
	DQO otras salidas	123.76
	<b>4,932.49</b>	
<b>balance</b>		<b>0.00</b>
con lo que		

DQO generado = 4,692.06 kg/d
------------------------------

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (SST)**

SST = Sólidos Suspendidos Totales

el balance de carga viene representado por la ecuación:

$$\text{SST1} + \text{SST generado} = \text{SST11} + \text{SST12}$$

$$\text{por lo que SST generado} = \text{SST11} + \text{SST12} - \text{SST1}$$

		kg/d
entradas	SST1	14.00
	SST	464.77
	generado	<b>478.77</b>
salidas	SST11	455.15
	SST12	16.42
	SST otras salidas	7.20
		<b>478.77</b>
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

con lo que

SST generado = <b>4464.77 kg/d</b>
------------------------------------

**3.2. ETAPA DE LIQUIDACIONES**

**3.2.1. INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, S.A. DE C.V.**

**ENTRADAS AL INGENIO**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
1	Agua de suministro al ingenio	130.25	32.84	102.66	0.00	0.00

**DESCARGA GENERAL**

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
F1	Descarga general	209.61	5070.55	25508.11	216	1086.62
F2	Descarga general	209.61	4180.28	21029.48	980	4930.03
F3	Descarga general	209.61	1254.61	6311.49	94	472.88
F4	Descarga general	209.61	35770.31	179947.6	138	694.23

**BALANCE HIDRAULICO**

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

**Qentrada = Qsalida**

entradas	Q1	m3/h 130.25
salidas	Qsalida	209.61
<b>balance</b>		<b>79.36</b>

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (DQO )**

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado por la ecuación:

**DQO7 + DQO generado = DQO 8ai**

por lo que **DQO generado = DQO8ai - DQO8ai**

entradas	DQO1 DQO generado	kg/d 102.66 25405.45 <b>25508.11</b>
salidas	DQO8ai	25508.11
<b>balance</b>		<b>0.00</b>
con lo que		

DQO generado = 25405.45 kg/d
------------------------------

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (SST)**

SST = Sólidos Suspendedos Totales

el balance de carga viene representado por la ecuación:

**SST7 + SST generado = SST8ai**

por lo que **SST generado = SST8ai-SST7**

entradas	SST7 SST generado	kg/d 0.00 1086.62 <b>1086.62</b>
salidas	SST8ai	1086.62
<b>balance</b>		<b>0.00</b>
con lo que		

SST generado = 1086.62 kg/d
-----------------------------

Para la realización de este balance, se calculó el flujo promedio y se tomaron cuatro muestras del agua de descarga para conocer la calidad de agua de salida durante el avance de las liquidaciones de los equipos.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla.

Q entrada (m <sup>3</sup> /h)	DQO entrada (kg/d)	SST entrada (kg/d)	Qsalida (m <sup>3</sup> /h)	DQO salida (kg/d)	SST salida (kg/d)
130.25	102.66	0.00	209.61	25508.11	1086.62
				21029.48	4930.03
				6311.49	472.88
				179947.6	694.23

De acuerdo a la información anterior, se obtiene la carga orgánica (medida como DQO y SST) aportada por los lavados de liquidaciones de los equipos mediante las diferencias entre las descargas de salida y de entrada.

DQO aportado (kg/d)	SST aportado (kg/d)
25,405.45	1,086.62
20,926.82	4,930.03
6,208.83	472.88
179,844.94	694.23

### 3.2.2. INGENIO EL POTRERO,S.A. DE C.V.

#### ENTRADAS AL INGENIO

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
9	Agua de suministro al ingenio	12000.00	17.40	5011.2	8.62	2482.56

#### DESCARGA GENERAL

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
10i	Descarga general	12292.00	1545.93	456061.72	480.00	141603.84
10m	Descarga general	999	799.23	19162.34	23.00	551.45
10f	Descarga general	445.79	1184.13	12668.96	70.00	748.93

**BALANCE HIDRAULICO**

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

**Qentrada = Qsalida**

entradas	Q1	<b>m3/h</b> 12000.00
salidas	Qsalida	12292.00
		<hr/>
	<b>balance</b>	<b>292.00</b>

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (DQO )**

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado por la ecuación:

**DQO9 + DQO generado = DQO 10i**

por lo que **DQO generado = DQO10i - DQO9**

entradas	DQO1 DQO generado	<b>kg/d</b> 5011.2 20496.91 <b>25508.11</b>
salidas	DQO10i	25508.11
		<hr/>
	<b>balance</b>	<b>0.00</b>
con lo que		

<b>DQO generado = 20496.91 kg/d</b>
-------------------------------------

**BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (SST)**

SST = Sólidos Suspendidos Totales

el balance de carga viene representado por la ecuación:

**SST9 + SST generado = SST10i**

por lo que **SST generado = SST10i-SST9**

entradas	SST7 SST generado	<b>kg/d</b> 2452.46 139151.38 <b>141603.84</b>
salidas	SST10i	141603.84
		<hr/>
	<b>balance</b>	<b>0.00</b>
con lo que		

<b>SST generado = 139151.38 kg/d</b>
--------------------------------------

Para la realización de este balance, se calculó el flujo promedio y se tomaron tres muestras de agua de descarga para conocer la calidad de agua de salida durante las liquidaciones de los equipos.

Con las gráficas obtenidas del suministro de agua al ingenio, se observa que el flujo de entrada disminuye hasta 50 m<sup>3</sup>/h por registro, por lo que el flujo total son 100 m<sup>3</sup>/h, debido a que ya no se consume agua en proceso.

En la siguiente tabla se muestran los flujos de entrada y salida conforme se avanza en las liquidaciones.

Q entrada (m <sup>3</sup> /h)	DQO entrada (kg/d)	SST entrada (kg/d)	Qsalida (m <sup>3</sup> /h)	DQO salida (kg/d)	SST salida (kg/d)
12,000	5011.2	2452.46	12292.0	456061.72	141603.84
100	41.76	20.68	999	19162.34	551.45
100	41.76	20.68	445.75	12668.96	748.93

De acuerdo a la información anterior, se obtiene la carga orgánica (medida como DQO y SST) aportada por los lavados de liquidaciones de los equipos mediante las diferencias entre las descargas de salida y de entrada.

DQO aportado (kg/d)	SST aportado (kg/d)
451,050.52	139,151.38
19,120.58	530.77
12,627.2	728.25

### 3.2.3. INGENIO CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V.

#### ENTRADAS AL INGENIO

No. Punto	Descripción	m <sup>3</sup> /h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
1	Agua de suministro al ingenio	41.51	26.93	26.83	6	5.98

### DESCARGA GENERAL

No. Punto	Descripción	m3/h	mgDQO/L	kgDQO/d	mgSST/L	kgSST/d
8ai	Descarga general	85.104	7645.81	15616.54	2880	5882.39
8am	Descarga general	85.104	8951.23	18282.85	5232	10686.34
8af	Descarga general	85.104	3827.13	7816.90	2563	5234.92

### BALANCE HIDRAULICO

el balance hidráulico viene representado por la ecuación:

$$Q_{entrada} = Q_{salida}$$

		m3/h
entradas	Q1	41.51
salidas	Qsalida	85.104
<b>balance</b>		<b>43.59</b>

### BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (DQO )

DQO = Demanda Química de Oxígeno

el balance de carga viene representado por la ecuación:

$$DQO7 + DQO_{generado} = DQO_{8ai}$$

$$\text{por lo que } DQO_{generado} = DQO_{8ai} - DQO_{8ai}$$

		kg/d
entradas	DQO1	26.93
	DQO generado	15589.61
		<b>15616.54</b>
salidas	DQO8ai	15616.54
<b>balance</b>		<b>0.00</b>

con lo que

DQO generado = 15589.61 kg/d
------------------------------

### BALANCE DE CARGA CONTAMINANTE (SST)

SST = Sólidos Suspendidos Totales

el balance de carga viene representado por la ecuación:

$$SST7 + SST_{generado} = SST_{8ai}$$

$$\text{por lo que } SST_{generado} = SST_{8ai} - SST7$$

		<b>kg/d</b>
entradas	SST7	5.98
	SST generado	5882.39
		<b>5882.39</b>
salidas	SST8ai	5882.39
	<b>balance</b>	<b>0.00</b>

con lo que

SST generado = <b>5876.41 kg/d</b>
------------------------------------

Para la realización de este balance, se calculó el flujo promedio y se tomaron tres muestras del agua de descarga para conocer la calidad de agua de salida durante el avance de las liquidaciones de los equipos.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla.

Q entrada (m <sup>3</sup> /h)	DQO entrada (kg/d)	SST entrada (kg/d)	Qsalida (m <sup>3</sup> /h)	DQO salida (kg/d)	SST salida (kg/d)
41.51	26.83	5.98	85.104	15616.54	5882.39
				18282.85	10686.34
				7816.90	5234.92

De acuerdo a la información anterior, se obtiene la carga orgánica (medida como DQO y SST) aportada por los lavados de liquidaciones de los equipos mediante las diferencias entre las descargas de salida y de entrada.

DQO aportado (kg/d)	SST aportado (kg/d)
15,589.71	5,876.41
18,256.02	10,680.36
7,790.07	5,228.94

## ANEXOS

En los anexos se presentan los resultados obtenidos en campo y en el laboratorio para cada uno de los tres ingenios de la siguiente forma:

Anexo 1.A. Resultados de periodo estable de la zafra en el Ingenio San Francisco Ameca S.A. de C.V. (22-24 de abril de 1996)

Anexo 1.B. Resultados de periodo de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio San Francisco Ameca S.A. de C.V. (31 de mayo y 1-3 de juni de 1996)

Anexo 2.A. Resultados de periodo estable de la zafra en el Ingenio El Potrero S.A. de C.V. (28-30 de abril y 1 de mayo de 1996)

Anexo 2.B. Resultados de periodo de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio El Potrero S.A. de C.V. (21-24 de mayo de 1996)

Anexo 3.A. Resultados de periodo estable de la zafra en el Ingenio Central Motzorongo S.A. de C.V. (1-4 de mayo de 1996)

Anexo 3.B. Resultados de periodo de liquidaciones de fin de zafra en el Ingenio Central Motzorongo S.A. de C.V. (21-24 de mayo de 1996)

Los parámetros determinados se resumen en la tabla siguiente:

SITIO	PARÁMETROS
INSTALACIONES DEL INGENIO	pH, conductividad, temperatura, sólidos sedimentables y gasto volumétrico
LABORATORIO DEL PIQAYQA,	Demanda Química de Oxígeno (DQO),

FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM | sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos fijos.

Las muestras de agua fueron transportadas hasta el Laboratorio del PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA AMBIENTAL Y QUÍMICA AMBIENTAL (PIQAYQA) de la Facultad de Química de la UNAM en refrigeración a 4 °C.

Los análisis de Demanda Química de Oxígeno fueron efectuados por triplicado con la finalidad de disminuir la incertidumbre en los valores obtenidos en esta técnica. Se presenta el cálculo estadístico de desviación estándar y promedios. Los análisis de sólidos solo fueron efectuados una sola vez. Las técnicas analíticas empleadas para el trabajo de laboratorio corresponden a Standard Methods.

Adicional a las pruebas por triplicado, se introdujeron a la rutina de análisis, tres estándares de concentración desconocida para los analistas con el fin de verificar la exactitud en las mediciones. Las analistas responsables de los resultados, así como la respuesta promedio a la prueba interna de control de calidad, se presenta en el siguiente cuadro:

	ESTÁNDARES (mg/L)		
	S-1	S-2	S-3
<b>CONCENTRACIÓN</b>	<b>574</b>	<b>3973</b>	<b>120</b>
<b>INTERVALO DE ACEPTACIÓN</b>	<b>516-631</b>	<b>3575-4370</b>	<b>108-132</b>

**RESPUESTA PROMEDIO DE LOS ANALISTAS**

I.Q. Alejandra Camacho Martínez	ACM	613	4024	129
IBQ Elizabeth Márquez Mena	EMM	623	3800	121
I.Q. Rosa María Jiménez Ambriz	RMJ	592	3875	119

## MUESTREO

En cada punto, se tomó una muestra representativa de 1 L, a la cual se le midió en forma inmediata, la temperatura. En el laboratorio del Ingenio, se efectuaron las mediciones de pH, conductividad y sólidos sedimentables. Las muestras fueron preservadas y mantenidas en hielo para su transporte a la ciudad de México.

AFORO (medición del caudal).

En cada caso, se revisaron las posibles opciones para efectuarse la medición de caudal. Se utilizó el método hidráulico apropiado, según las características de cada punto de muestreo. En el caso específico de la entrada de agua al ingenio y la salida, fue factible la medición directa por medio de instrumentos de medición de caudal.

---

## ANEXO 1.A. RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES Y DE PROCESO DURANTE EL PERÍODO ESTABLE DE LA ZAFRA 95-96 (Abril 22-24, 1996)

---

### INGENIO " SAN FRANCISCO AMECA, S.A. DE C.V."

---

Como parte del seguimiento del Proyecto de Demostración de Tecnologías Limpias, los días 22, 23 y 24 del mes de abril de 1996, se efectuaron muestreos de aguas en 12 puntos diferentes del Ingenio San Francisco Ameca cuando se encontraba a finales de zafra.

Las personas participantes durante esta fase de muestreo, se indican en la siguiente relación:

I.Q. Antonio Sánchez Torres	AST
I.Q. Alejandra Camacho Martínez	ACM
I.Q. José Rosales Oscós	JRO
I.Q. Rosa María Jiménez Ambriz	RMJ

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y  
AFORO DE AGUAS DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
1	Agua de suministro al Ingenio	F y M	22/4/96	RMJ/AST	Medidor magnético
2A	Cisterna de circuito cerrado de enfriamiento	F y M	22/4/96	RMJ/AST	Especificación de bombas
2B	Charolas de la torre de enfriamiento	M	22/4/96	JRO/ACM	-----
2C	Descarga de enfriamiento de Turbo Generadores	F y M	22/4/96	JRO/ACM	Sección - velocidad
3A	Entrada a fosas de cenizas	F y M	23/4/96	JRO/ACM	Sección - velocidad
3B	Salida de fosas de cenizas	F y M	23/4/96	RMJ/AST	Sección - velocidad
4A	Descarga general, final (parshall)	F y M	23/4/96	RMJ/AST	Medidor ultrasonido

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y  
AFORO DE AGUAS DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA  
(continuación)**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
4B	Salida de trampa de grasas y aceites	F y M	23/4/96	JRO/ACM	Sección - velocidad
4C	Mezcla de trampa de grasas y aceites y fábrica (salidas)	F y M	23/4/96	RMJ/AST	Balance entre 4A y 3B
5	Salida del estanque de enfriamiento	F y M	23/4/96	JRO/ACM	Sección - velocidad
7A	Fosa de neutralización (entrada)	M	23/4/96	RMJ/AST	-----
7C	Fosa de neutralización (contenido)	M	23/4/96	JRO/ACM	-----

### 1.A.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANÁLISIS “IN-SITU”

#### Punto número 1

#### Agua de suministro al Ingenio

El agua de suministro al Ingenio se provee del Río Ameca, llegando en forma directa a un carcamo de bombeo por medio de tres compuertas que comunican al río y al carcamo, el agua se distribuye al Ingenio mediante el uso de dos bombas que operan de manera intermitente, las cuales descargan en un tanque elevado através de una tubería común que cuenta con un medidor de flujo magnético.

Para conocer la calidad de agua con la que cuenta el Ingenio se tomó una muestra de agua del río en la bocatoma. El gasto de agua se evaluó mediante las lecturas del medidor de flujo magnético que son impresas en forma continua en un graficador instalado en la oficina del laboratorio. Se tomaron ocho lecturas del graficador para obtener un flujo promedio de entrada.

Al momento de la toma de la muestra, se procedió al análisis de parámetros “in-situ”. Los resultados de estas mediciones así como del gasto se presentan en la siguiente tabla:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	ml/L	µS/cm
110.62	30.72	7.05	25	0.1	96

**Punto número 2A**

Cisterna del circuito cerrado de enfriamiento

La cisterna forma parte de un sistema auxiliar de agua de enfriamiento de la carcasa de las turbinas de vapor que proporcionan trabajo mecánico en producción. El agua proveniente de los equipos es captada en esta cisterna, de donde es bombeada por medio de una de dos bombas de 1200 gal/min de capacidad, hacia dos torres de enfriamiento instaladas en el mismo edificio donde se localizan los turbogeneradores. El agua de relleno (debido a mermas), proviene directamente del río, captándose en la cisterna. La estimación del flujo se hizo tomando en cuenta la capacidad de la bomba.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
272.52	75.7	7.94	31	0.2	461.67

**Punto número 2B**

Charolas de la torre de enfriamiento.

Forman parte del mismo sistema auxiliar de agua de enfriamiento de las turbinas de vapor, de donde se bombea agua para ser rociada sobre el serpentín que conduce el agua caliente proveniente del las turbinas de vapor. Las pérdidas de agua debidas a evaporación en el sistema de enfriamiento se reestablecen directamente con agua del río.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
nfm	nfm	8.24	23	24	188.67

nfm = No fue factible la medición

### Punto número 2C

#### Descarga de turbogeneradores.

En este punto se descarga el agua de enfriamiento proveniente de la carcaza de los turbogeneradores y del enfriador de aceite de lubricación de los mismos equipos. La descarga es enviada a un registro localizado en el mismo edificio de generación de energía eléctrica, en la planta baja, y debajo de los sistemas de generación. El flujo se determinó mediante mediciones de sección velocidad.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
72	20	6.85	27	0.3	99

### Punto número 3A

#### Entrada a fosas de cenizas

El agua de entrada a las fosas de cenizas proviene del sistema de lavadores de gases instalados en las chimeneas de las calderas del ingenio. El aspecto de esta corriente evidencia la presencia de elevadas cargas de sólidos en suspensión, flotantes y sedimentables. Este sistema comprende un circuito cerrado, en donde usualmente el agua clarificada resultado de pasar por las fosas, se recircula al sistema de lavado de gases; sin embargo, por exceso de ceniza en las fosas, y la falta de maquinaria para remover el material captado, durante la estancia en el ingenio el agua se descargaba directamente al río Ameca.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las determinaciones de campo en esta corriente. Las mediciones de flujo se hicieron por el método de sección velocidad, en cuyo caso, para definir una sección constante y conocida, fue necesario efectuar limpieza del canal de entrada debido a la presencia de sólidos que sedimentan a lo largo del trayecto del canal que conduce el agua desde las chimeneas hasta la fosa de tratamiento.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
81.36	22.6	6.94	47	38.5	357.33

### Punto número 3B

#### Salida de fosas de cenizas

Esta corriente corresponde al efluente del sistema de tratamiento mencionado en el punto anterior. Después de haber sido sedimentadas las cenizas, el agua se transfiere de las fosas decantadoras al cárcamo de bombeo desde el cual se recircula al agua en el sistema de lavado de gases.

Como puede evidenciarse en la tabla de resultados de campo, las condiciones de este efluente, específicamente en lo que concierne al parámetro sólidos sedimentables, es mayor que el de la entrada. Como ya fue mencionado, durante la etapa de muestreo el sistema se encontraba saturado, con lo que el efluente no recibía ninguna mejora al paso por el sistema.

La medición del gasto volumétrico del efluente se efectuó también por el método de sección velocidad. Los datos de campo se presentan a continuación.

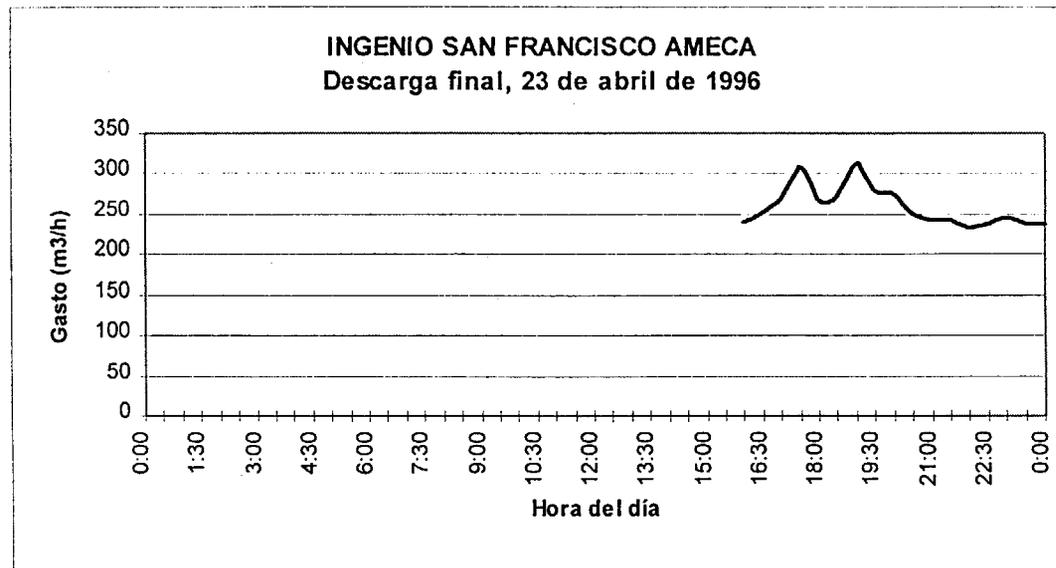
Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
94.68	26.3	6.08	42	45	230

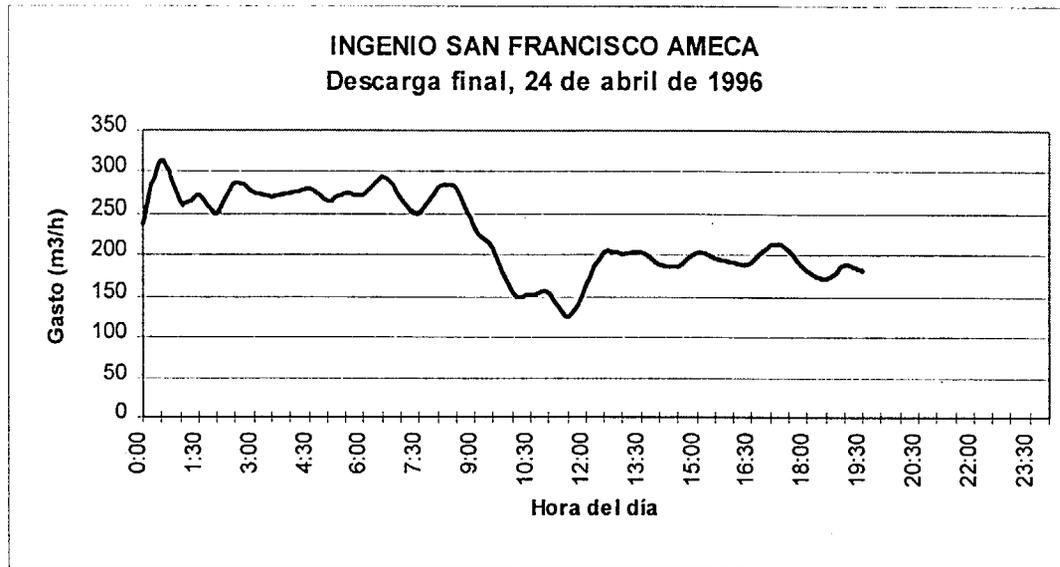
## Punto número 4A

### Descarga general del ingenio

La descarga final proveniente de fábrica y la trampa de aceites y grasas, se vierte en el Río Ameca, pasando por un canal Parshall en el cual para fines de medición, se instaló un medidor de flujo ultrasónico y un registrador. Con este equipo se obtuvieron datos continuos de la descarga durante un día y medio. Cabe mencionar que el ingenio cuenta con este sistema de medición en forma permanente, sólo que durante la fase de muestreo de este proyecto, la electrónica del equipo se encontraba en mantenimiento, con lo que se aprovechó la instalación ya existente para efectuarse las mediciones con otro equipo idéntico que portaba el grupo de muestreo.

Los gráficos siguientes muestran el comportamiento de la descarga final durante los últimos dos días del trabajo en campo.





Para el cálculo del gasto promedio, se calculó la integral del área bajo la curva, dividida por el tiempo total. Los valores de gasto se presentan a continuación.

	m <sup>3</sup> /h	L/s
GASTO MÁXIMO	314.00	87.22
GASTO PROMEDIO	233.76	64.93
GASTO MÍNIMO	125.00	34.72

Los parámetros de campo medidos en esta corriente se resumen a continuación:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
233.76	64.93	5.95	32	33.7	183.2

### Punto número 4B

#### Salida de trampa de grasas y aceites

El punto de muestreo corresponde al efluente ya tratado en el sistema de separación de grasas y aceites. La descarga proviene originalmente del área de molinos, en donde a consecuencia del enfriamiento de chumaceras y partes mecánicas con adición directa de agua, se produce un efluente rico en grasas y aceites.

Los valores medidos en campo se presentan en la tabla siguiente. El gasto volumétrico fue determinado por el método de sección velocidad.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
113.04	31.40	4.6	31	1.5	221

### Punto número 4C

#### Mezcla del efluente de trampa de grasas y aceites y la descarga de la fábrica

Durante la etapa de muestreo (22 al 24 de abril), las fosas de retención de ceniza se encontraban saturadas, por lo que en la descarga final se mezclaba también el efluente de este sistema. Con la finalidad de conocer el gasto y carga contaminante normal de la descarga final, se procedió al muestreo de la mezcla de las corrientes provenientes de la fábrica y la trampa de grasas y aceites. El gasto se calcularía por balance entre las corrientes relacionadas, ya que no era factible la medición directa en este punto.

$$Q_{4C} = Q_{4A} - Q_{3B}$$

Las características de este punto corresponden en este caso a la descarga final del ingenio, bajo condiciones normales de operación, es decir, cuando el sistema de separación de cenizas funciona como circuito cerrado. Los valores de campo se presentan a continuación.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
139.08	38.63	5.9	29	3.5	160

De los valores del gasto calculado en este punto, se puede calcular la contribución específica de la fábrica mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{FABRICA}} = Q_{4C} - Q_{4B}$$

Sustituyendo los valores

$$Q_{\text{FABRICA}} = 139.08 - 113.04 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$Q_{\text{FABRICA}} = 26.04 \text{ m}^3\text{/h} = 7.2 \text{ L/s}$$

En el concepto fábrica, a partir de un recorrido por las instalaciones, pudo constatarse que la mayor contribución a ésta descarga lo representa la salida de dos piernas barométricas de los filtros de cachaza que no forman parte del circuito de recirculación.

## Punto número 5

### Salida del estanque de enfriamiento

El ingenio cuenta con un sistema de enfriamiento para el circuito de recirculación del agua utilizada en los condensadores barométricos de los equipos de evaporación. El sistema se conoce como "estanque de enfriamiento", el cual opera por esparido del agua, aprovechando la fuerza de gravedad como se muestra en el isométrico de la figura 1.

Con la finalidad de conocer las características del agua en recirculación, se efectuó un muestreo a la salida del estanque de enfriamiento, y se midió el gasto volumétrico por el método de sección velocidad. En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
4428	1230	5.28	29	0.1	118

Los valores de gasto medido se acercan satisfactoriamente a los reportados por personal de la planta en relación al gasto que manejan las bombas que impulsan el agua a la parte superior del ingenio para el suministro de los condensadores barométricos. De acuerdo a esta información, el gasto que manejan las bombas es de 21,000 GPM, equivalentes a 1324 L/s.

No fué factible medirse el flujo directamente en el tubo de descarga al estanque de enfriamiento, por lo que las mermas por evaporación en el sistema tampoco pudieron ser calculadas. No obstante, los ingenieros de planta estiman (por el agua de relleno que deben adicionar), que ésta es del orden de un 3% a un 5%.

**Punto número 7A**

Fosa de neutralización (entrada)

El agua residual resultado de la limpieza química de los cuerpos de evaporación y equipo de transferencia de calor es recibida en una fosa de neutralización, que al estar abierta y a la intemperie, actúa también como evaporador solar, a modo de disminuir el volumen de esta descarga y recuperar los sólidos (principalmente sales) residuales para disposición fuera del ingenio. Los datos aquí presentados corresponden a la corriente intermitente que descarga en esta fosa. Al no ser una corriente permanente, los valores de gasto no fueron medidos directamente, sino que fueron estimados a partir de la información proporcionada por personal del ingenio. Incluso los valores analíticos aquí presentados solo se refieren a una muestra puntual captada durante el trabajo en la planta. A juzgar por los bajos valores de conductividad y pH medidos, es posible aseverar que los datos aquí reportados corresponden al enjuague final de los equipos una vez aplicada la limpieza química con sosa.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
		10.48	26	4	197

**Punto número 7C**

Fosa de neutralización (contenido)

Fué muestreado el contenido de la fosa de neutralización para verificar la composición del líquido allí almacenado. Los valores reportados durante el muestreo arrojaron los siguientes datos:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
		5.58	36	2	5700

**1.A.2 RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DURANTE LIQUIDACIONES**

(parte 1/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SÓLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
1	Agua con ligera coloración amarillenta, sólidos sedimentables y suspendidos, sin olor	84.60	52.4	80.64	72.54	17.56	52	8
2A	Turbia con sólidos sedimentables en cantidades apreciables y sólidos suspendidos, ligero olor a azúcar	2116.80	2116.63	2016.00	2083.20	58.20	1474	60
2B	Ligera coloración amarillenta, sólidos sedimentables y suspendidos	197.56	205.63	217.72	206.97	10.15	272	16
2C	Ligera coloración amarillenta, sólidos sedimentables y suspendidos, sin olor	116.92	124.99	129.02	123.63	6.16	62	4
3A	Turbia de color negro, gran cantidad de sólidos sedimentables y suspendidos, ligero olor a ac. sulfhídrico	1471.68	1471.68	1471.68	1471.68	0.00	10148	148
3B	Turbia de color negro, gran cantidad de sólidos sedimentables y suspendidos, ligero olor a ac. sulfhídrico	1834.56	1854.72	1814.40	1834.56	11.64	4548	124

(parte 2/2)

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SÓLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
4A	Turbia de color negro con sólidos sedimentables y suspendidos	1915.20	2116.80	2056.32	<b>2029.44</b>	103.46	3112	50
4ABIS	Turbia con sólidos sedimentables en pequeña cantidad, ligero olor a ac. sulfhidrico	2741.76	2761.92	2822.40	<b>2768.64</b>	46.56	432	12
4B	Turbia de color amarillento con sólidos sedimentables y olor a azúcar	5140.80	5342.24	5241.60	<b>5214.15</b>	100.72	303	78
4C	Turbia con sólidos sedimentables, ligero olor a azúcar	2336.80	2318.40	2318.40	<b>2324.53</b>	10.62	216	100
5A	Turbia con sólidos sedimentables blancos en gran cantidad	2116.80	2016.00	2419.20	<b>2184.00</b>	100.80	980	456
7A	Ligeramente turbia, con sólidos sedimentables en pequeña cantidad	254.01	245.10	249.98	<b>248.67</b>	4.51	94	16
7C	Agua de color café con una capa ligera de sólidos sedimentables, olor a azúcar	12902.40	13104.00	13104.00	<b>13070.93</b>	116.39	138	40

---

## ANEXO 1B. RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DURANTE LIQUIDACIONES AL TÉRMINO DE LA ZAFRA 95-96 (Mayo 31 y Junio 1-3 de 1996)

---

### INGENIO " SAN FRANCISCO AMECA, S.A. DE C.V."

---

El día 31 de mayo de 1996 a las 14:15 hr se terminó la zafra correspondiente a la temporada 95-96 en el Ingenio San Francisco Amecca, S.A. de C.V. Por "fin de zafra" se entiende el momento en el cual se muele la última caña en el tandem de molienda del ingenio. A partir de ese momento, se proporciona limpieza con agua a todo el equipo de proceso. Así por ejemplo, tanto las mazas de molinos como los tanques de recepción de jugo fueron limpiados con agua a presión. A esta operación se le conoce como liquidación del área de molienda.

Las operaciones de liquidación comprenden las siguientes áreas:

1. Liquidación de mazas y tanques de jugo. En la primera media hora de limpieza, toda el agua colectada se bombea hacia el proceso de elaboración de azúcar ya que contiene todavía concentraciones importantes de azúcares. Durante los siguientes tres o cuatro horas, los lavados son descargados al sistema de drenajes del ingenio.
2. Liquidación de clarificación, evaporación y filtración. El guarapo residual contenido en los clarificadores se envía al proceso de evaporación así como los enjuagues iniciales. Esta operación se efectúa en la primeras ocho horas del término de la zafra. Durante las próximas dos horas, se descarga la cachaza contenida en los clarificadores al sistema de drenaje y los vasos de los clarificadores se enjuagan posteriormente.
3. Liquidación de tachos de crudo, tanquería de meladuras y mieles; semilleros y graneros  
Todos los equipos que tuvieron contacto con mieles son lavados con agua. Los enjuagues iniciales se envían a un tacho en donde se concentra hasta formar una miel que por sus características es factible de almacenarse hasta la nueva zafra, en donde se utilizará para iniciar el proceso.

A 45 horas aproximadamente de finalizar la zafra, las cuadrillas de personal encargados de la limpieza proceden a enjuagar con agua a alta presión todos los equipos mencionados en este rubro.

Una vez limpios los tachos y transcurridas aproximadamente 65 horas del paro de zafra, se proporciona limpieza en las áreas de secado y envase, en donde se recuperan de tolvas, el suelo, bandas transportadoras y secadoras en promedio hasta 60 toneladas de azúcar seca, el cual se almacena en un cuarto para ser refundido o reprocesado en la siguiente zafra. Para finalizar la limpieza de esta área, se aplica agua con mangueras de presión para lavar todo el equipo impregnado con polvillo de azúcar.

4. Lavado general de Fábrica. Casi en forma simultánea a la limpieza con agua del área de secado y envase, se inicia el lavado general de fábrica, en donde se utilizan mangueras de presión para limpiar todo el equipo del ingenio. Esta operación de limpieza se realiza en varios días y no está bien definido el tiempo total que abarca.

5. Limpieza química del equipo de transferencia de calor Parte del equipo de transferencia de calor comienza a ser lavado incluso antes de terminar la zafra. Como el volumen de caña molida disminuye de manera significativa al acercarse el fin de zafra, algunos de los equipos pueden ser lavados de antemano. Así, dependiendo de las necesidades y la programación que se tenga, entran en proceso de limpieza química, el doble efecto y los preevaporadores ( con carbonato de sodio "soda ash" y ácido muriático), y el triple efecto con sosa y ácido muriático. Todos los enjuagues son vertidos a la fosa de neutralización del ingenio.

En el marco del Proyecto de Demostración de Tecnologías Limpias, los días 31 de mayo y 1, 2 y 3 de junio de 1996, se efectuaron muestreos de aguas en 14 puntos diferentes del Ingenio San Francisco Ameca cuando se encontraba en etapa de lavado final.

Las personas participantes durante esta fase de muestreo, se indican en la siguiente relación:

I.Q. Antonio Sánchez Torres	AST
I.Q. Adolfo Corona Cuapio	ACC
I.Q. Homero Arroca Echeverría	HAE

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO  
DE AGUAS DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
AM-01	Agua de suministro al Ingenio	F y M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Medidor magnético
AM-CL2S	Clarificador 2 (descarga de sólido)	M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-E1	Evaporador (lavado con jugo y agua)	M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-F1	Descarga general, final (parshall)	F y M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Medidor ultrasonido
AM-C1	Calentadores (lavado con sosa)	M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-E2	Evaporador (lavado con agua)	M	31/5/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-E3	Evaporadores 8 y 9 (lavado con ácido)	M	01/6/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-CL2L	Clarificador 2 (descarga de liquido)	M	01/6/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-F2	Descarga general, final (parshall)	F y M	01/6/96	ACC/AST/HAE	Medidor ultrasonido

AM-F3	Descarga general, final (parshall)	F y M	02/6/96	ACC/AST/HAE	Medidor ultrasonido
AM-CL2L2	Clarificador 2 (lavado con agua)	M	03/6/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-TCH	Descarga de tacho 5	M	03/6/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-CR	Descarga tanque cristizador	M	03/6/96	ACC/AST/HAE	Volumen de tanque
AM-F4	Descarga general, final (parshall)	F y M	03/6/96	ACC/AST/HAE	Medidor ultrasonido

### 1.B.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANÁLISIS "IN-SITU"

#### TRABAJO DE CAMPO

##### Punto número 1

##### Agua de suministro al Ingenio

El agua de suministro al Ingenio se provee del Río Ameca, llegando en forma directa a un cárcamo de bombeo por medio de tres compuertas que comunican al río y al cárcamo, el agua se distribuye al Ingenio mediante el uso de dos bombas que operan de manera intermitente, las cuales descargan en un tanque elevado a través de una tubería común que cuenta con un medidor de flujo magnético.

Para conocer la calidad de agua con la que cuenta el Ingenio se tomó una muestra de agua del río en la bocatoma. El gasto de agua se evaluó mediante las lecturas del medidor flujo magnético que son impresas en forma continua en un graficador instalado en la oficina del laboratorio. Se tomaron ocho lecturas del graficador para obtener un flujo promedio de entrada.

Al momento de la toma de la muestra, se procedió al análisis de parámetros "in-situ". Los resultados de estas mediciones así como del gasto se presentan en la siguiente tabla:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
130.25	36.18	7.05	25	0.1	96

### Punto número AM-CL2S

#### Clarificador 2 (descarga de sólido, líquido y enjuague con agua)

Durante la liquidación del clarificador, el tanque se lava con agua. Con la adición de agua, los residuos sólidos que contiene el clarificador se van al fondo y el líquido queda encima. En la descarga se tomó muestra de los sólidos y del líquido. Cuando se descargan los sólidos se van directamente al drenaje y para evitar el taponamiento en la coladera se mezcla con agua limpia a través de una manguera durante un periodo de cinco horas con un flujo aproximado de 0.25 L/s. El consumo de agua utilizado mediante el uso de la manguera durante 5 h es:

$$0.25 \text{ L/s (3600 s) (5 h) = 4,500 L}$$

Por otra parte, el volumen de agua descargado en el primer lavado es de 600,000 L, que es el volumen total del clarificador. Posteriormente se realiza un enjuague con aproximadamente el 5 % de la capacidad total del clarificador, es decir, 30,000 L.

Tomando en cuenta las cantidades mencionadas, tenemos un volumen total de:

$$V_T = 600,000 + 30,000 + 4,500 = 634,500 \text{ L descargados.}$$

Para la determinación de estos volúmenes de descarga, se pregunto al personal del ingenio.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación para las tres muestras tomadas durante la liquidación del clarificador.

Sólido

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
300	300,000	4.05	57.5	-----	541

Líquido

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
300	300,000	4.03	29.75	25	819.5

Enjuague con agua

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
30	30,000	6.00	26.7	0.8	991

**Punto número AM-E1**

Evaporadores (cuatro lavados por equipo).

Existen 9 evaporadores en el ingenio, a cada uno se le realizan tres lavados los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

1. Lavado con agua y jugo
2. Lavado con ácido
3. Lavado con sosa
4. Enjuague con agua

La capacidad de cada evaporador es la siguiente:

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. 14,000 L | 4. 16,000 L | 7. 11,934 L |
| 2. 14,000 L | 5. 19,269 L | 8. 11,934 L |
| 3. 14,000 L | 6. 12,500 L | 9. 11,934 L |

Para lavar los evaporadores, se van liquidando conforme se desocupan los equipos. Primeramente liquidan el evaporador 8 y 9, posteriormente el 6 y 7, 4 y 5, 3 y 2 y por ultimo el evaporador 1. Como se puede observar los equipos se liquidan por pares, lo que permite el agua pase de un evaporador a otro. Durante los diferentes lavados, uno de los evaporadores se llena con aproximadamente el 10 % de su capacidad total y se recircula con otro para lograr un buen lavado. A continuación se mencionan la cantidades aproximadas de lavado para cada par de evaporadores.

Lavado	Evaporador				
	1	2 y 3	4 y 5	6 y 7	8 y 9
<b>Agua y jugo</b>	1,400 L	1,400 L	1,700 L	1,200 L	1,193 L
<b>Acido</b>	1,400 L	1,400 L	1,700 L	1,200 L	1,193 L
<b>Sosa</b>	1,400 L	1,400 L	1,700 L	1,200 L	1,193 L
<b>Agua</b>	1,400 L	1,400 L	1,700 L	1,200 L	1,193 L
<b>Total</b>	<b>5,600 L</b>	<b>5,600 L</b>	<b>6,800 L</b>	<b>4,800 L</b>	<b>4,772 L</b>

Volumen de agua utilizado para los 9 evaporadores

$$V_T = 27,572.00 \text{ L o } 27.57 \text{ m}^3$$

Cabe mencionar que únicamente se tomaron muestras de los evaporadores 8 y 9, pero el procedimiento de liquidación es el mismo para todos. Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación para las tres muestras (jugo y agua, ácido y agua) de los evaporadores 8 y 9, tomadas durante la liquidación de los equipos.

Jugo y agua

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
1.19	1,193	10.73	36.37	10	82.00

Agua

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
1.19	1,193	7.56	29.1	0	958.5

Ácido

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
1.19	1,193	1.89	67.55	0.7	1102.5

### Punto número AM-F1

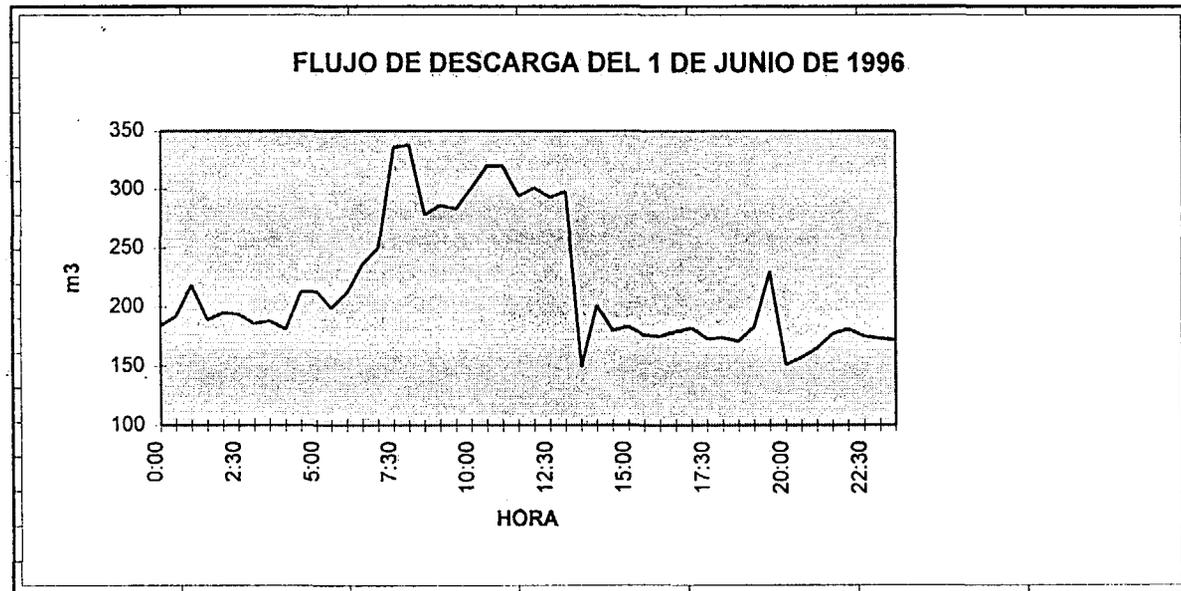
#### Descarga general del ingenio

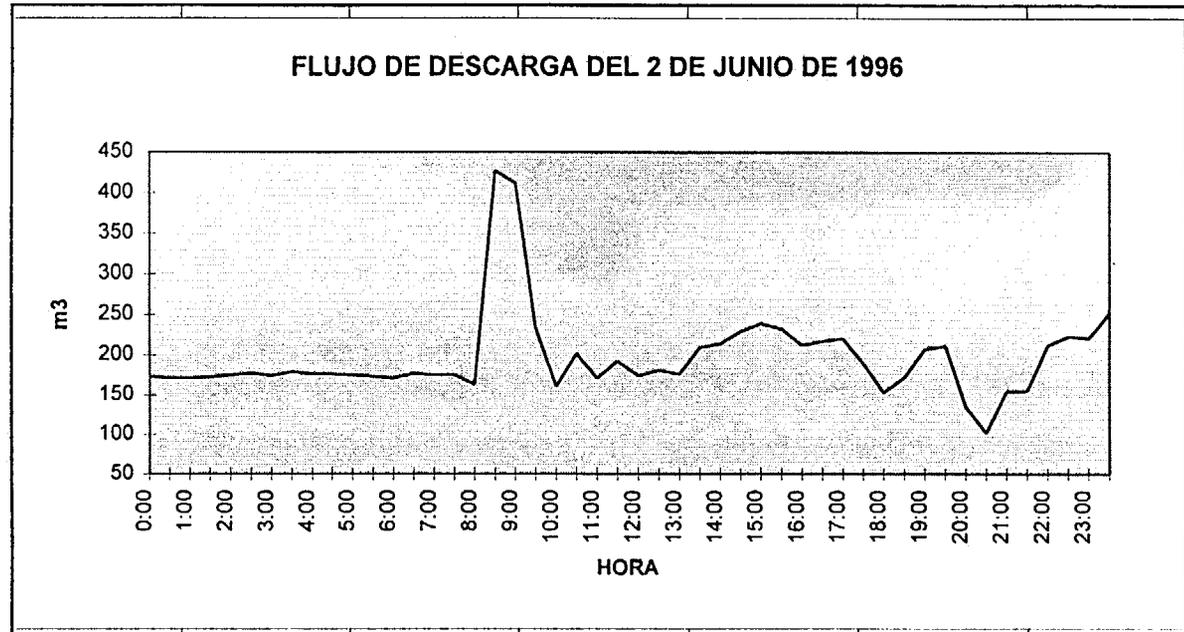
La descarga final proveniente de fábrica y la trampa de aceites y grasas, se vierte en el Río Ameca, pasando por un canal Parshall en el cual para fines de medición, se instaló un medidor de flujo ultrasónico y un registrador. Con este equipo se obtuvieron datos continuos de la descarga durante tres días. Cabe mencionar que el ingenio cuenta con este sistema de medición en forma permanente, sólo que durante la fase de muestreo de este proyecto, la electrónica del equipo se encontraba en mantenimiento, con lo que se aprovechó la instalación ya existente para efectuarse las mediciones con otro equipo idéntico que portaba el grupo de muestreo.

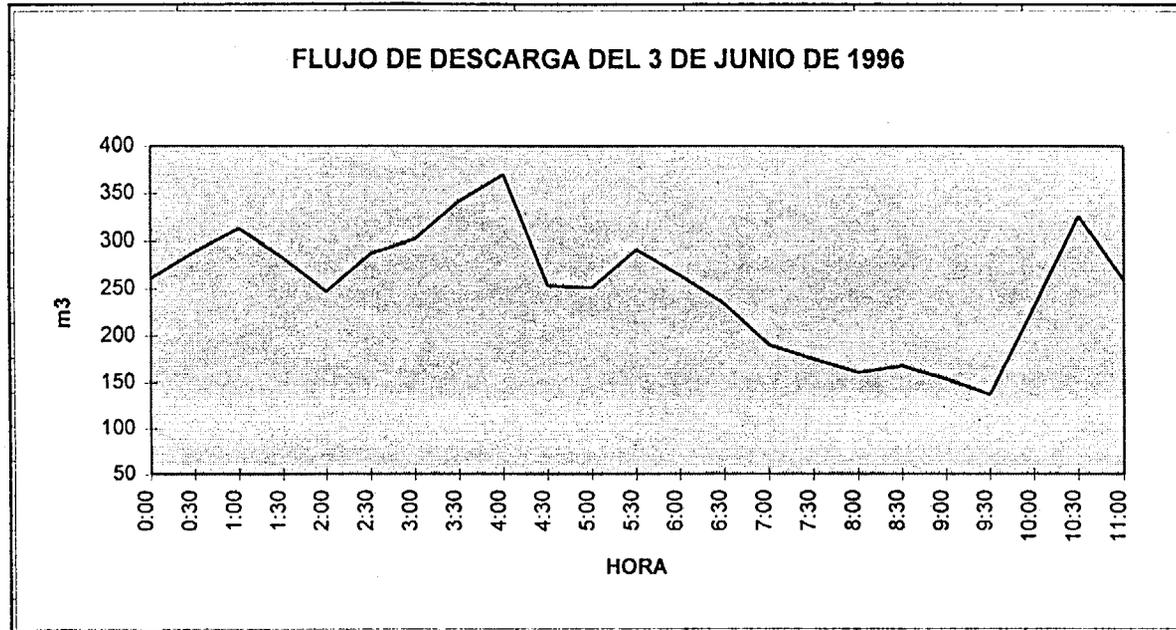
Los gráficos siguientes muestran el comportamiento de la descarga final durante los últimos dos días del trabajo en campo.

Para el cálculo del gasto promedio, se calculó la integral del área bajo la curva, dividida por el tiempo total. Los valores de gasto se presentan a continuación.

	m <sup>3</sup> /h	L/s
GASTO MÁXIMO	427.00	118.61
GASTO PROMEDIO	209.61	58.23
GASTO MÍNIMO	99.00	27.50







En la descarga final se tomaron cuatro muestras para observar las contribuciones de las liquidaciones de los diferentes equipos del ingenio. Los parámetros de campo medidos en esta corriente se resumen a continuación:

Muestra 1

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
209.61	58.23	6.33	33.65	4.0	189

Muestra 2

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
209.61	58.23	4.75	34.7	2.5	1676.5

Muestra 3

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
209.61	58.23	6.55	32.6	0.5	148.5

Muestra 4

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
209.61	58.23	4.12	29.5	24	417

Punto número AM-C1

Liquidación de Calentadores

Los calentadores son seis y todos reciben el siguiente lavado, primeramente se lava con agua, después con sosa y por último se enjuaga con agua. La capacidad de los calentadores varía de la siguiente forma:

- |            |            |
|------------|------------|
| 1. 2,151 L | 4. 2,151 L |
| 2. 2,151 L | 5. 1,089 L |
| 3. 2,151 L | 6. 1,089 L |

Para el procedimiento de lavado, se van liquidando uno por uno, por lo tanto el volumen de descarga total es la suma de los volúmenes individuales.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las determinaciones de campo en esta corriente.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
10.78	10,780	11.46	37.9	45	> de rango

### Punto número AM-TCH

#### Liquidación de tachos

Se cuenta con 9 tachos con capacidad de:

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. 32,224 L | 4. 49,243 L | 7. 39,643 L |
| 2. 29,647 L | 5. 71,953 L | 8. 71,953 L |
| 3. 50,970 L | 6. 42,673 L | 9. 42,390 L |

El contenido de los tachos es principalmente miel, por lo que para su liquidación se enjuagan con agua, la cual la hacen pasar a través de los nueve tachos y así obtener un concentrado de miel, posteriormente se almacena en tanques para que en la siguiente zafra se haga uso de esta miel y se cristalice.

La medición del volumen se determinó por medio del volumen total de los 9 tachos. Los datos de campo se presentan a continuación.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
430.69	430,690	8.3	47	0.3	16.99

### Punto número AM-CR

Liquidación del cristalizador

El volumen total del cristalizador es de 23,690 L. Durante su liquidación se vacía completamente. El volumen total de descarga es igual a la capacidad del tanque. Los valores medidos en campo se presentan en la tabla siguiente. El gasto volumétrico fue determinado por el método de sección velocidad.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
23.69	23,690	6.3	26	0.2	45.73

Liquidación de porta templeas y tanques de jugo claro

Otros de los equipos que se liquidan son los portatemplas ( A y B ) y los tanques de jugo claro (2). Los volúmenes de descarga son iguales a las capacidades individuales de los tanques que a continuación se mencionan.

Portatemplas			
"A"		"B"	
1. 33,538 L	4. 23,690 L	1. 32,016 L	4. 26,950 L
2. 24,340 L	5. 23,690 L	2. 26,950 L	
3. 33,538 L		3. 32,016 L	

El volumen total de descarga de los portatemplas "A" y "B" es de:

$$V_t = 256.73 \text{ m}^3$$

Por lo que toca a los tanques de jugo claro, el volumen de descarga es de:

$$V_T = 140.00 \text{ m}^3$$

Balance hidráulico

No. Punto	Descripción	Flujo $\text{m}^3$
AM-01	Agua de suministro al Ingenio	$130.25 \text{ m}^3/\text{h}$
AM-CL2S CL2L CL2L2	Clarificador 2 (descarga de sólido)	$634.50 \text{ m}^3$
AM-E1 E2 E3	Evaporador (lavado con jugo y agua)	$27.57 \text{ m}^3$
AM-F1-F2-F3 F4	Descarga general, final (parshall)	$209.61 \text{ m}^3/\text{h}$
AM-C1	Calentadores (lavado con sosa)	$10.78 \text{ m}^3$
AM-TCH	Descarga de tacho 5	$430.69 \text{ m}^3$
AM-CR	Descarga tanque cristizador	$23.69 \text{ m}^3$
Portatemplas	Liquidación de portatemplas A y B	$256.73 \text{ m}^3$
Tanques de jugo claro	Liquidación de tanques de jugo claro	$140.00 \text{ m}^3$

**1.B.2. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DURANTE LIQUIDACIONES**

(parte 1/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)
1	Agua color blanco cristalino, presencia de sólidos suspendidos, sin olor	36.03	31.53	30.97	32.84	2.77	0
CL2L	Color café claro, presencia de gran cantidad de sólidos sedimentables color café oscuro, olor a vinazas	28378.37	29279.27	29203.52	28953.72	499.71	120
CL2L2	Color blanco cristalino, presenta sólidos sedimentables y suspendidos, ligero olor a vinazas	360.36	405.4	398.22	387.99	24.20	0
CL2S	Presenta tres fases de color café en diferentes tonalidades, la fase superior de color café claro y aspecto viscoso, la fase intermedia de color café oscura, la inferior de color café oscuro muy intenso; olor a vinazas.	154279.26	152027.01	153760.97	153355.75	1179.54	3490
C1	Color amarillo cristalino, presenta una gran cantidad de sólidos sedimentables color café con tonalidades, olor muy desagradable con desprendimiento de gases amoniacales	6756.75	6756.75	7079.74	6864.38	186.42	10
CR	Color café oscuro, presenta sólidos sedimentables, olor característico a vinazas	33783.78	32882.87	33185.82	33284.16	458.43	60

(parte 2/2)

MUESTRA	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SÓLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
E1	Color café oscuro de aspecto viscoso, presencia de sólidos sedimentables	239864.84	235360.33	235619.32	236948.16	2529.23	3112	480
E2	Color blanco cristalino, presencia de sólidos suspendidos y sedimentables de color gris, ligero olor a vinazas.	184.68	175.67	172.56	177.64	6.29	432	25
E3	Color amarillo cristalino, presencia de sólidos sedimentables de color café oscuro, olor a vinaza	10022.52	9797.29	9623.88	9814.56	199.88	303	10
F1	Color blanco de aspecto lechosos, con partículas de color negro en la superficie del líquido, presencia de sólidos sedimentables, olor desagradable.	4954.95	4504.50	5752.20	5070.55	631.83	216	30
F2	Color blanco opalescente, presencia de sólidos suspendidos de color gris y sólidos sedimentables de color oscuro, ligero olor a vinaza	4279.27	4279.27	3982.29	4128.28	171.46	980	40
F3	Color blanco de aspecto lechoso, presencia de sólidos suspendidos y sedimentables de color negro, ligero olor a vinaza.	1306.30	1351.35	1106.19	1254.61	130.50	94	65
F4	Color café, gran cantidad de sólidos sedimentables de color oscuro, olor a vinazas.	35585.58	34684.68	35840.68	35770.31	607.32	138	85
TCH	Color café cristalino, presenta sólidos sedimentables de color café oscuro, olor característico a vinazas.	3828.82	3828.82	3539.88	3732.51	166.82		5

**ANEXO 2.A. RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES Y DE PROCESO DURANTE LA PARTE ESTABLE DE LA ZAFRA 95-96 (28-30 abril y 1 de mayo de 1996)**

**INGENIO " EL POTRERO, S.A. DE C.V."**

Como parte del seguimiento del Proyecto de Demostración de Tecnologías Limpias, los días 28, 29, 30 del mes de abril y 1° de mayo 1996, se efectuaron muestreos y/o medición de flujo de aguas en 26 puntos diferentes del Ingenio El Potrero cuando se encontraba a finales de zafra.

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS DEL INGENIO EL POTRERO**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
1	Agua de suministro General al Ingenio	F y M	1/5/96	JRO/RMJ	Medidor magnético
2.1	Suministro a Colonia Obrera	F	1/5/96	JRO/ACC	Totalizador
2.2	Suministro Colonia la Loma	F	1/5/96	JRO/ACC	Totalizador
2.3	Suministro Colonia Sixto	F	1/5/96	JRO/ACC	Totalizador
2.4	Suministro Kimberly Clark	F	1/5/96	JRO/ACC	Totalizador
2.5	Suministro Colonia Pinos	F	1/5/96	JRO/ACC	Totalizador
3at	Descarga de agua de enfriamiento de las turbinas y un generador (turbogeneradores)	F y M	30/4/96	JRO/ACC	Volumen vs tiempo
3ag	Descarga de los generadores (turbogeneradores)	F y M	30/4/96	JRO/ACC	Volumen vs tiempo

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y  
AFORO DE AGUAS DEL INGENIO EL POTRERO**  
(continuación)

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
3bA	Enfriamiento de aceite de turbina del Tandem de molinos A	F y M	29/4/96	JRO/RMJ	Volumen vs tiempo
3bB	Enfriamiento de aceite de turbina del Tandem B	F y M	29/4/96	JRO/RMJ	Volumen vs tiempo
3c	Enfriamiento de bombas de vacío	F y M	29/4/96	RMJ/JRO	Volumen vs tiempo
3d	Enfriamiento de chumaceras de molinos Tandem B	F y M	29/4/96	RMJ/JRO	Sección velocidad
3e	Enfriamiento de compresores	F y M	29/4/96	JRO/RMJ	Volumen vs tiempo
4a	Lavados ácido alcalinos de evaporadores	M	29/4/96	RMJ/JRO	Estimado
4b	Lavados ácido alcalinos de evaporadores	M	no efectuada	RMJ/JRO	Estimado
5a	Condensados sucios (de tachos y evaporadores)	M	30/4/96	JRO/ACC	Balance
5b	Condensados limpios (tachos y evaporadores)	M	30/4/96	JRO/ACC	Balance
8F	Descarga directa de la planta de tratamiento (desmineralizadora)	F y M	30/4/96	ACC/RMJ/EMM	Sección velocidad
8R	Fosa de descargas de la planta de tratamiento (desmineralizadora)	M	30/4/96	ACC/RMJ/EMM	-----
9	Suministro a la destilería de alcohol	M	29/4/96	ACC/EMM	Balance

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y  
AFORO DE AGUAS DEL INGENIO EL POTRERO**  
(continuación)

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
10	Descarga de la destilería de alcohol	F y M	29/4/96	ACC/EMM	Sección velocidad
11	Descarga general del ingenio	F y M	Const.	JRO/EMM/RMJ	Medidor ultrasónico
12	Descarga fugitiva (arroyo)	F y M	30/4/96	JRO/ACC	Sección velocidad
13	Vinaza cruda	F y M	1/5/96	ACC/EMM	Sección velocidad
14	Agua del manantial (nacimiento de río que suministra al ingenio)	M	1/5/96	ACC/JRO/EMM /RMJ	-----
15	Toma de agua hacia el Ingenio (derivación)	M	1/5/96	ACC/JRO/EMM /RMJ	-----

**2.A.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANALISIS “IN-SITU”**

**Punto número 1**

Agua de suministro general al Ingenio

El agua de suministro al Ingenio se provee del Río Atoyac, siendo derivada de su cauce y conducida a través de una tubería por gravedad hasta el ingenio. En la derivación, existe un sistema de rejillas que separa los materiales que arrastra el río hasta ese punto, tales como hojas de árboles, troncos, basura, etc. La diferencia de alturas entre éste punto y el ingenio es de aproximadamente 30 metros, con lo cual es suficiente para elevar el agua en el ingenio hasta el punto más alto.

El ingenio cuenta con dos medidores de flujo que operan bajo el principio de campo magnético. La tubería de alimentación al ingenio se encuentra bifurcada en dos ramales principales. Los dos medidores estan instalados en cada uno de éstos ramales.

A las 13:45 hrs del día primero de mayo de 1996, se procedió a tomar una muestra de agua directamente de una válvula instalada en la tubería que llega al ingenio. Los valores de análisis “in situ”, así como los gastos volumétricos promedio se muestran en la siguiente tabla.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
12,277	3410	7.62	22	0.0	270

**Punto número 2.1**

Suministro de agua a la Colonia Obrera

---

El ingenio provee de agua a varias colonias aledañas a éste. La colonia Obrera es una de ellas. En la derivación de suministro se encuentra instalado un medidor de flujo-totalizador, por lo que los datos aquí presentados, representan el promedio durante la estancia en el ingenio. Los datos de pH, temperatura, sólidos sedimentables y conductividad corresponden a los datos del punto anterior, ya que no se cuenta con una válvula en el ingenio donde sea posible muestrear. Además, se considera que el agua enviada a estas colonias con excepción de la colonia la Loma (ya que ésta se potabiliza previamente), es de la misma calidad que la que llega al ingenio.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
55.98	15.55	7.62	22	0.0	270

**Punto número 2.2**

Suministro de agua a la Colonia la Loma

---

Por los datos registrados durante la medición de flujos, se observa una diferencia muy importante en la medición del flujo de suministro a esta colonia. Se sospecha que el medidor totalizador no funciona correctamente. El agua entregada en éste suministro, es potabilizada previamente por medio de intercambio iónico y filtros de carbón.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
0.428	0.118	7.19	20	0	293.5

**Punto número 2.3**

Suministro de agua a la Colonia Sixto

---

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
9.55	2.65	7.62	22	0	270

**Punto número 2.4**

Suministro de agua a la planta de Kimberly Clark

---

La planta de Kimberly Clark ubicada en las instalaciones del ingenio, también recibe suministro por parte del ingenio. Los usos del agua en esta planta se remiten básicamente a servicio sanitario y limpieza de equipo.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
20.52	5.69	7.62	22	0	270

**Punto número 2.5**

Suministro de agua a la Colonia Pinós

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
31.81	8.83	7.62	22	0	270

**Punto número 3at**

Descarga de agua de enfriamiento de las turbinas y un generador (turbogeneradores)

El sistema de generación de energía eléctrica en el ingenio está conformado por cuatro turbogeneradores de aproximadamente 4000 kW cada uno. Tanto las turbinas de vapor como el generador cuentan con sistemas de enfriamiento para las partes que por fricción se calientan, así como el aceite de lubricación. Normalmente, de los cuatro turbogeneradores, uno permanece parado para mantenimiento y eventual reemplazo de alguno de los otros tres que falle. Durante las pruebas de campo, el turbo No. 3 se encontraba fuera de operación.

La disposición del agua de enfriamiento se encuentra dividida como se presenta en la siguiente tabla.

DESCARGA 3at	DESCARGA 3ag
Descarga de turbinas 1,2,3 y 4 + descarga del generador 3 y 4	Descarga de los generadores 1 y 2

Las propiedades de la corriente 3at son las siguientes

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
55.8	15.5	6.89	34	0	276

Punto número 3ag

Descarga de agua de enfriamiento de los generadores (turbogeneradores)

Como ya fué indicado, esta corriente corresponde sólomente a la contribución del agua de enfriamiento de los generadores 1 y 2.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
24.01	6.67	6.89	25	0	266

Al analizar la infoemación de las dos descargas relacionadas al sistema de generación de energía eléctrica, se resume lo siguiente:

Flujo de agua de enfriamiento de cada generador: 3.33 L/s

Flujo de agua de enfriamiento de cada turbina: 4.05 lps

**Total del área considerando 3 sistemas de generación: 22.16L/s**

**Punto número 3bA**

**Enfriamiento de aceite de turbina del Tandem de molinos A**

Los sistemas de transmisión de potencia por medio de turbinas de vapor en los tandems de molienda cuentan con sistemas de lubricación, en cuyo caso el aceite debe ser enfriado. La información referente a esta descarga representa el agua proveniente del enfriamiento de aceite de turbina del uno de los sistema de transmisión de potencia del Tandem de molinos "A".

Cada sistema cuenta con enfriamiento en el sistema reductor (de velocidad) y en la turbina.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
reduct 3.36	reduct 1.12	7.52	23.5	0	295
turbina 8.34	turbina 2.78				

En el tandem A operan normalmente 3 sistemas de este tipo, con un gasto total para dicho tándem de 11.7 L/s.

**Punto número 3bB**

**Enfriamiento de aceite de turbina del Tandem B**

---

Corresponde a la misma situación del punto anterior, solo que para el tándem B.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
turb	turb	7.44	23	0	300
3.63	1.21				
reduct	reduc				
5.58	1.86				

En este caso, son 6 los equipos que operan normalmente, con un gasto total para éstos de 18.42 L/s

Para los dos tándems ("A" y "B"), el gasto total sólo para el enfriamiento de aceite es de 30.12 L/s.

**Punto número 3c**

**Enfriamiento de bombas de vacío**

---

En el proceso de evaporación de guarapo, así como en los tachos, las piernas barométricas de los condensadores, son ayudados mediante bombas de vacío. El caso que se presenta aquí corresponde a la medición de gasto de agua de enfriamiento de una bomba de vacío. La válvula de alimentación de agua de enfriamiento al sistema puede entregar hasta tres veces el gasto "normal" de operación. Aquí se presenta la medición de gasto máximo, en virtud de que el flujo queda ajustado a criterio del operador en turno.

Flujo promedio por bomba		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
normal	normal	7.48	23	0	303
5.11	1.42				
max	max				
15.48	4.3				

El gasto de agua de tres las bomba de vacio es de 4.26 a 12.9 L/s

**Punto número 3d**

**Enfriamiento de chumaceras de molinos Tandem B**

Adicional al enfriamiento del aceite de lubricación del sistema de transmisión de potencia, es necesario proporcionar enfriamiento a las chumaceras de los molinos. En este caso, el número total de molinos es de 12, con lo que el gasto total de agua por este concepto es de 25.2 L/s ó 90 m<sup>3</sup>/h.

Cabe señalar que en ningun caso, el agua de enfriamiento es recirculada.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
7.5	2.1	7.55	23	0	290

**Punto número 3e**

**Enfriamiento de compresores**

Entre los servicios auxiliares, tambien se identifica a los compresores de aire. De la misma forma, el cuerpo del compresor requiere de enfriamiento.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
5.79	1.61	7.66	27	0	300

El gasto total del sistema de 5 compresores es de **28.98 m<sup>3</sup>/h** ú **8.05 L/s**

**Punto número 4a**

**Lavados ácido alcalinos de evaporadores**

Los equipos de evaporación de guarapo reciben limpieza química en base a ácido muriático. Debido a la intermitencia y poca definición de la periodicidad del lavado de estos equipos, el gasto de limpieza no pudo ser determinado.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
--	--	3.72	75	1.5	5080

**Punto número 5a**

**Condensados sucios (de tachos y evaporadores)**

Como rechazo del sistema para evitar la contaminación con materia orgánica en las calderas, parte del vapor extrído del jugo de caña y de la miel en los tachos, requiere ser separado del resto de condensados limpios. En ocasiones, parte de estos condensados son reaprovechados para diluir mieles, y en otras, se descargan junto con las aguas residuales del ingenio.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
---	---	7.11	63	0.1	120

**Punto número 5b**

**Condensados limpios (tachos y evaporadores)**

De acuerdo a la explicación del punto anterior, en este caso se presenta el análisis de los condensados limpios, que en general, son recirculados.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
----	---	7.38	83	0.0	50.2

Los gastos volumétricos no fueron determinados. Se solicitó información a partir del balance del ingenio, pero no fué proporcionada en su momento.

**Punto número 8F**

Descarga directa de la planta de tratamiento (desmineralizadora) descarga intermitente

El ingenio cuenta con una planta desmineralizadora a partir de intercambio iónico. Parte del agua tratada es usada en las calderas y parte es enviada a la colonia la Loma. Los datos aquí presentados corresponden a las corrientes generadas durante la regeneración de los sistemas de intercambio iónico. No obstante, y como se puede observar a partir del dato de conductividad (bajo), la presente caracterización de la corriente correspondería al enjuague final de los sistemas. El gasto de agua no es continua, por lo que el gasto presentado aquí solo representa un instantáneo.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
30.52	8.48	6.63	21	0	350

**Punto número 8Rt**

Fosa de descargas de la planta de tratamiento (desmineralizadora)

En esta fosa se recibe el efluente mencionado en el punto anterior.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
---	---	6.13	22	1.0	272.5

**Punto número 9**

**Suministro de agua a la destilería de alcohol**

No fué factible medir directamente el gasto suministrado de agua de la destilería, pero considerando que la única fuente de agua extra son las mieles (que en proporción no contribuyen significativamente a la entrada de agua a la destilería), se estimó que el agua de entrada es de un 95% de la de salida (que sí fué medida)

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
114.81	31.89	6.8	27.5	0.0	350

**Punto número 10**

**Descarga de la destilería de alcohol**

La descarga de la destilería se compone de cuatro contribuciones principales; el agua de enfriamiento de tinas de fermentación, enfriamiento de condensadores, lavado de tinas y la vinaza.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
120.85	33.57	5.37	27.5	0.1	5020

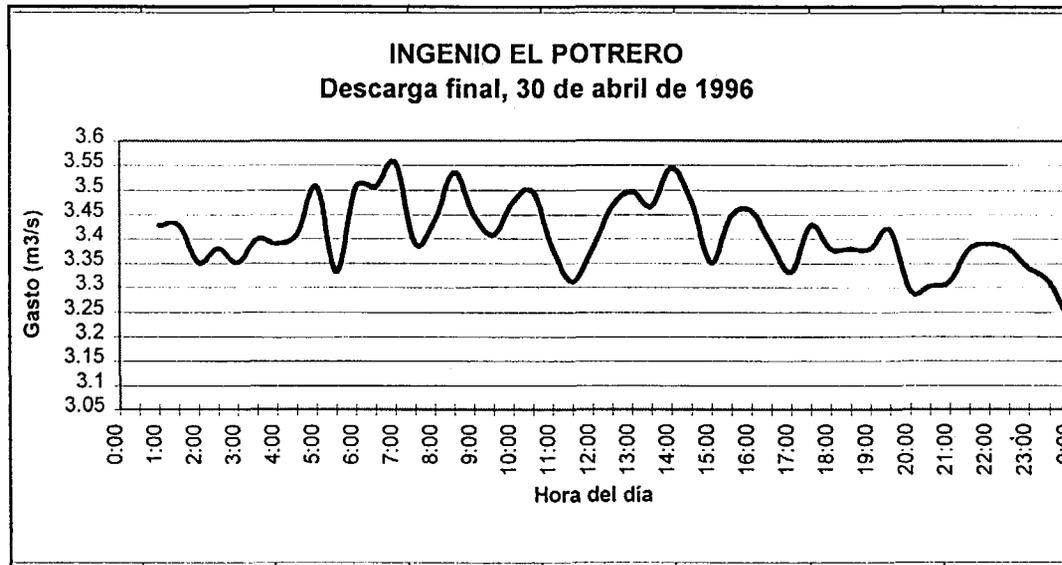
El presente muestreo se efectuó mientras se lavaban: una tina de preparación de mosto y se tenía una descarga de enfriamiento (condensadores) con un flujo de 2.63 L/s medido en forma independiente.

**Punto número 11**

**Descarga general del ingenio**

El ingenio descarga todas sus aguas residuales (a excepción de una corriente muy pequeña, el punto 12), por medio de un canal de riego. El agua es enviada a terrenos de sembradío de caña. El ingenio carecía (en el momento de la ejecución de éste trabajo), de medidor de flujo de la corriente final, por lo que fué necesario instalar un medidor ultrasónico de flujo que permitiera monitorear el comportamiento de la descarga por lo menos durante 24 horas continuas.

El gráfico siguiente muestra el resultado de ése monitoreo, efectuado el día 30 de abril.



Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
12,268	3,407.8	6.8	29	1.5	385

Es de observarse como los valores medidos concuerdan con el flujo de alimentación al ingenio.

**Punto número 12**

**Descarga fugitiva (arroyo)**

En éste punto se descargan aguas residuales provenientes de la planta de Kimberly Clark, sanitarios de una parte del ingenio, y de la planta de desmineralización. El gasto no fué medido debido a la dificultad de esa determinación, ya que se trata del cauce de un pequeño arroyo que presenta piedras salientes y pendientes irregulares. El dato aquí presentado es un estimado en función de las contribuciones parciales.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
28.8	8.0	5.75	22.5	0.6	276

**Punto número 13**

**Vinaza cruda**

La vinaza, que constituye el residuo de la destilación del alcohol es descargada en forma rutinaria al sistema de drenaje interno del ingenio, y se suma a la descarga final que es empleada para riego agrícola.

En forma alterna, el ingenio envía la vinaza a los terrenos de cañaverales por medio de pipas de 8,000 L de capacidad, a un ritmo de 1 pipa cada 45 minutos. En forma global, se estima que un 26% de la vinaza es dispuesta a través de este medio. El porcentaje restante (74%), se envía al drenaje.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
9.22	2.56	4.2	86	0.0 *	6930

**Punto número 14**

Agua del manantial (nacimiento de río que suministra al ingenio)

---

Se tomó una muestra de agua directamente en el nacimiento del río del que el ingenio se suministra del fluido.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
---	---	6.99	18	0.0	261

**Punto número 15**

Toma de agua hacia el Ingenio (derivación)

---

De la misma forma, con la finalidad de detectar la contaminación previa del agua de la que el ingenio hace uso, se tomó una muestra de agua a la entrada de la derivación del río hacia el ingenio. El punto está localizado a más de 7 km del nacimiento del río.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
12,277	3,410	6.99	21	0.0	255

2.A.2. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA PERÍODO DE FINALES DE ZAFRA

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCION FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACION ESTANDAR	SOLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SOLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
1	Blanco cristalino, presencia de solidos suspendidos de color blanco, inodoro	7.93	15.87	19.84	14.54	606	6	0
2.2	Incoloro, inodoro, solución homogénea	32.25	4.01	0	10.75	17.58	8	0
3bA	Incoloro, presencia de sólidos suspendidos	16.12	16.06	16.00	16.06	0.06	14	0
3bB	Cristalino, presencia de sólidos de tamaño pequeño suspendidos, inodoro	16.12	16.06	20.00	17.93	2.26	8	0
3C	Incoloro, inodoro, presencia de sólidos suspendidos olor ligeramente a azúcar	24.19	16.06	32.00	24.08	7.70	11	0
3d	Blanco cristalino, presencia de solidos suspendidos y sedimentables de menor tamaño de color blanco, inodoro	7.93	15.87	23.80	15.873	7.94	12	0
3E	Incoloro, presencia de sólidos suspendidos, no presenta olor característico	8.06	4.01	16.00	9.36	6.10	15	0
8F	Color cristalino, inodora	0	0	12	12	6.93	17	5
8R	Color blanco cristalino inodora	0	0	16	16	9.24	48	0
9	Blanco cristalino, presencia de solidos suspendidos, inodoro	11.90	7.93	19.84	13.22	6.06	10	0
3at	Color blanco cristalino y olor característico a azúcar	12.09	12.04	12.00	12.04	0.05	3	5

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCION FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACION ESTANDAR	SOLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SOLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
5B	Color verde opalescente, presenta solidos suspendidos, olor característico a vinaza y cenizas	595.23	650.79	642.85	629.62	30.05	5	0
15	Presenta color ligeramente verdoso y gris, así como solidos suspendidos y sedimentables de color gris, inodoro	11.90	15.87	7.93	11.90	3.97	5	2005
12	Presenta color gris opalescente, con cantidades apreciables de solidos suspendidos y en mayor proporción solidos sedimentables, ligero olor a vinaza	7.93	7.93	7.93	7.93	0.00		15
3ag	Coloración blanco cristalino, presencia de solidos suspendidos, y sedimentables( en forma de arenilla), inodoro	3.96	3.96	7.93	5.28	2.29		0
11	Blanco opalescente con solidos sedimentables en la parte inferior de color café, olor característico a azúcar	241.92	253.00	260.00	241.64	9.12	9	10
10A	Color amarillo y verde cristalino presencia de sólidos sedimentables y suspendidos en toda la mezcla de color negro, olor desagradable	1310.40	1606.40	1700.00	1538.93	203.37	185	190
10B	Color café, película depositada de sólidos del tipo arenillas, así como formación de película intermedia , olor característico a azúcar.	2714.40	27308.80	26400.00	26907.73	463.69	3400	635

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCION FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACION ESTANDAR	SOLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)	SOLIDOS SUSP. FIJOS (mg/L)
14	Blanco cristalino, presencia de solidos, inodoro	0	0	0	0	0.00	3	0
5A	Color blanco cristalino con solidos en suspensión sin sedimentos, olor característico a azúcar	1128.96	1064.24	1120.00	1656.60	35.07	9	0
13	Color café intenso mezcla homogénea y olor característico a azúcar	141120.00	142568.00	136000.00	139896.00	3450.84	0	
10	Coloración café rojizo olor característico a azúcar	14515.20	14658.40	14600.00	14591.20	72.00	1330	80
4a	Presenta coloración verde opalescente, con solidos sedimentables en menor cantidad una sola fase, olor característico a azúcar. 1/25	9777.60	8232.80	8800.00	8936.8	781.43	1	60

## 2.B. RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DURANTE LIQUIDACIONES AL TÉRMINO DE LA ZAFRA 95-96 (21-24 de mayo de 1996)

---

### INGENIO " EL POTRERO, S.A. DE C.V."

---

El día 21 de mayo de 1996 a las 18:20 hr se verificó el fin de la zafra 95-96 en el ingenio El Potrero S.A. de C.V. Por "fin de zafra" se entiende el momento en el cual se muele la última caña en el tandem de molienda del ingenio. A partir de ese momento, se proporciona limpieza con agua a todo el equipo de proceso. Así por ejemplo, tanto las mazas de los molinos como los tanques de recepción de jugo fueron limpiados con agua a presión. A ésta operación se le conoce como liquidación del área de molienda.

Las operaciones de liquidación, comprenden las siguientes áreas:

1. Liquidación de mazas y tanques de jugo . En la primera media hora de limpieza, toda el agua colectada se bombea hacia el proceso de elaboración de azúcar ya que contiene todavía concentraciones importantes de azúcares. Durante las siguientes 3 a 4 horas, los lavados son descargados al sistema de drenaje del ingenio.
2. Liquidación de clarificación, evaporación y filtración. El guarapo residual contenido en los clarificadores se envía al proceso de evaporación así como los enjuagues iniciales. Ésta operación se efectúa en las primera 8 horas del término de la zafra. Durante las próximas dos horas, se descarga la cachaza contenida en los clarificadores al sistema de drenaje y los vasos de los clarificadores se enjuagan posteriormente.
3. Liquidación de tachos de crudo, tanquería de meladuras y mieles, semilleros y graneros. Todos los equipos que tuvieron contacto con mieles son lavados con agua. Los enjuagues iniciales se envían a un tacho en donde se concentra hasta formar una miel que por sus características es factible de almacenarse hasta la nueva zafra, en donde se utilizará para iniciar el proceso.

A 45 horas aproximadamente de finalizar la zafra, las cuadrillas de personal encargados de la limpieza proceden a enjuagar con agua a alta presión todos los equipos mencionados en éste rubro. Los enjuagues finales se descargan al sistema de drenaje del ingenio.

4. Liquidación de la refinería. Los tachos del área de procesamiento de azúcar refinado ("tachos de refino"), son enjuagados con agua para desprender el "fondaje", o sedimento que queda adherido al interior del equipo. Los enjuagues se descargan también al sistema de drenaje.

Una vez limpios los tachos de refino y transcurridas ya 65 horas aproximadamente del paro de zafra, seproporciona limpieza a las áreas de secado y envase, en donde se recuperan de tolvas, el suelo, bandas transportadoras y secadoras en promedio hasta 60 toneladas de azúcar seco, el cual se almacena en un cuarto para ser refundido o reprocesado en la siguiente zafra. Para finalizar la limpieza de ésta área, se aplica agua con mangueras de presión para lavar todo el equipo impregnado con polvillo de azúcar.

5. Casi en forma simultánea a la limpieza con agua del área de secado y envase, se inicia el Lavado General de Fábrica, en donde se utilizan mangueras de presión para limpiar todo el equipo del ingenio. Ésta operación de limpieza lleva varios días, y no está bien definido el tiempo total que abarca.

6. Limpieza química del equipo de transferencia de calor. Parte del equipo de transferencia de calor comienza a ser lavado incluso antes de finalizar la zafra. Como el volumen de caña molida disminuye de manera significativa al acercarse el fin de zafra, algunos de los equipos pueden ser lavados de antemano. Así, dependiendo de las necesidades y la programación que se tenga, entran en proceso de limpieza química, el doble efecto y los preevaporadores (con carbonato de sodio "soda ash" y ácido muriático), y el triple efecto con sosa y ácido muriático. Todos los enjuagues son vertidos al sistema de drenaje del ingenio.

En el marco del Proyecto de Demostración de Tecnologías Limpias, los días 21, 22, 23, y 24 del mes de mayo de 1996, se tomaron muestras y se midieron y estimaron los flujos de descarga de agua residual en 17 puntos diferentes del ingenio.

Las personas participantes durante esta fase de muestreo, se indican en la siguiente relación:

I.Q. Alejandra Camacho Martínez	ACM
I.Q. José Rosales Oscós	JRO
I.Q. Rosa María Jiménez Ambriz	RMJ

## ESTRATEGIA DE TRABAJO

La primera parte del trabajo consistió en efectuar una serie de entrevistas con los responsables de las diferentes áreas a fin de establecer el momento apropiado para la toma de muestras una vez que concluyera la zafra. A partir de la información recibida, se formaron equipos de trabajo asignando tareas específicas para poder presenciar el proceso de limpieza durante las liquidaciones en cada una de las áreas de proceso. Se decidió establecer comunicación con las personas clave que estarían en cada uno de los turnos a fin de recibir de ellos el aviso previo a la realización de las descargas. Se elaboró un programa de trabajo incluyendo todos los puntos factibles de muestreo. Originalmente se ubicaron 29 sitios diferentes, después de lo cual, sólo se verificaron 17 de ellos. Más de diez sitios resultaron inaccesibles e impredecibles en cuanto al momento de su descarga se refiere.

En el cuadro de la página siguiente muestra el Plan de Trabajo elaborado para el monitoreo de aguas residuales. En éste cuadro, aparecen el total de puntos o circunstancias distintas, seleccionadas originalmente en dicho plan. Con ashurado se muestran aquellos puntos y circunstancias que finalmente fue factible medir.

**PLAN DE TRABAJO (p 1/2)**

INGENIO EL POTRERO S.A. DE C.V.

PTO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	FECHA	F	M	MÉTODO DE MEDICIÓN DE FLUJO	AREA	RESP.	
1	1	lavado de mazas de molinos	PO-1/M2	21/5/96	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	MOLINOS	JRO, RMJ, ACM
2	1	lavado de mazas de molinos	PO-1P/M2	--	--	X	---	MOLINOS	--
3	2	lavado de tanques de jugo	PO-2/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	MOLINOS	--
4	3a	lavado de clarificador # 1	PO-3a/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	--
5	3b	lavado de clarificador # 2	PO-3b/M2	22/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	JRO, RMJ, ACM
	3bbis	lavado de clarificador # 2	PO-3bbis/M2	23/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	JRO, RMJ, ACM
6	3cBIS	lavado de clarificador # 3	PO-3c/M2	23/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	RMJ, ACM
7	3d	lavado de clarificador # 4	PO-3d/M2	22/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	JRO, RMJ, ACM
8	3e	cristalizadores	PO-3e/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	ELABOR	--
9	3f	mezcladores de refino "A y B"	PO-3f/M2	24/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	REFINAC	RMJ, ACM
10	3g	mezcladores maza de "C" + cristalizadores 5,6 y 7	PO-3g/M2	24/5/96	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	ELABOR	JRO, RMJ, ACM
11	3h	cristalizadores 1,2 y 3 + Werkspoor 1, 2 y 3	PO-3h/M2	24/5/96	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	ELABOR	JRO, RMJ, ACM
12	3i	mezcladores de maza de "A"	PO-3i/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	ELABOR	--
13	3j	mezcladores de maza de "B" ( a traves de Mingler)	PO-3j/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	ELABOR	--

**PLAN DE TRABAJO (p 2/2)**

**INGENIO EL POTRERO SA DEC.V.**

	PTO	DESCRIPCION	MUESTRA	FECHA	F	M	METODO DE MEDICION DE FLUJO	AREA	RESP.
14	4a	lavado de tachos	PO-4a/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	TACHOS	--
15	4b	lavado tanques de mieles	PO-4b/M2	24/5/96	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	TACHOS	JRO, RMJ, ACM
16	4c	lavado semilleros	PO-4c/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	TACHOS	--
17	4d	lavado de graneros	PO-4d/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	TACHOS	--
18	5	lavado fondaje tachos de refineria	PO-5/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	REFINAC	--
19	6	lavado area de secado, (secadoras, transport., etc)	PO-6/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	SECADO	--
20	7a	limpieza quimica de evaporadores (doble efecto)	PO-7a/M2	22/5/96	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	EVAPOR	JRO, RMJ, ACM
	7b	limpieza quimica de evaporadores (Preevaporadores)	PO-7b/M2	23/5/96	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	EVAPOR	JRO, RMJ, ACM
21	8	limpieza general de fabrica	PO-8/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (mangueras)	INGENIO	--
22	9	Agua de suministro	PO-9/M2	23/5/96	X	X	medidor magnetico	INGENIO	JRO
23	10i	descarga final del ingenio (al inicio de liquidacion)	PO-10i/M2	21/5/96	X	X	Medidor ultrasonico	INGENIO	JRO, RMJ, ACM
24	10m	descarga final del ingenio (a mitad de liquidacion)	PO-10m/M2	23/5/96	X	X	Medidor ultrasonico	INGENIO	JRO, RMJ, ACM
25	10f	descarga final del ingenio (al final de liquidacion)	PO-10f/M2	24/5/96	X	X	Medidor ultrasonico	INGENIO	JRO
26	11a	Vinazas + condensados	PO-11a/M2	24/5/96	X	X	seccion velocidad	ALCOHOL	RMJ, ACM
27	11b	descarga de lavados de la destileria	PO-11b/M2	24/5/96	X	X	seccion velocidad	ALCOHOL	JRO, RMJ, ACM
28	12	calentadores de guarapo	PO-12/M2	--	X	X	volumen vs tiempo (del tanque)	CLARIFI.	--
29	13	filtros de cahaza	PO-13/M2	--			volumen vs tiempo (mangueras)	CLARIFI.	--

## 2.B.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANÁLISIS “IN-SITU”

### Punto número 1

#### Lavado de mazas de molinos y tanques de jugo mezclado

El lavado se efectúa con agua a presión por medio de mangueras durante un tiempo aproximado de 1 hora. Primeramente se lavan los molinos, el agua usada escurre a través de ellos y sale a los tanques de jugo mezclado para utilizarla en los lavados de estos mismos tanques, el agua se va a la fosa y finalmente es descarga en el drenaje del ingenio.

La muestra tomada en este punto corresponde a las mazas de molinos y tanques de jugo mezclado del tandem “B”.

Los resultados de los parámetros “in-situ”, así como el volumen utilizado se muestran en la siguiente tabla.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
13.68	3.8	4.31	83.9	64	1,755

En el tandem “A”, se efectúa la misma secuencia en el lavado, por lo tanto el flujo total es: **27.36 m<sup>3</sup>/h**

### Punto número 3b

#### Lavado de clarificador #2

Se liquida el 70% de guarapo contenido en los clarificadores, el cual se envía al proceso de evaporación. Se llena de agua y se liquida nuevamente hasta el 90%, el 10% restante se tira al drenaje. Durante dos horas, se descarga la cachaza contenida en los clarificadores al sistema de drenaje y los vasos de los clarificadores se enjuagan posteriormente. Esta muestra corresponde al enjuague inicial durante la descarga de la cachaza.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
54.34	54,340	7.45	28	9	447

**Punto número 3bbis**

Lavado de clarificador #2

Una vez que se ha tirado toda la cachaza el clarificador nuevamente se llena de agua hasta aproximadamente el 90% de su capacidad, se deja reposar aproximadamente 40 horas y el agua se tira al drenaje. Esta muestra corresponde a la fase final de la limpieza, por lo que el volumen total de agua empleado en esta fase es **489,060 L**.

Para la determinación de estos volúmenes de descarga, se pregunto al personal del ingenio.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
489	489,060	5.21	25	45	519

**Punto número 3c**

Lavado de clarificador #3

Se liquida el 70% de guarapo contenido en los clarificadores, el cual se envía al proceso de evaporación. Se llena de agua y se liquida nuevamente hasta el 90%, el 10% restante se tira al drenaje. Durante dos horas, se descarga la cachaza contenida en los clarificadores al sistema de drenaje y posteriormente los vasos de los clarificadores son enjuagados. El clarificador nuevamente se llena de agua hasta aproximadamente el 90% de su capacidad, se deja reposar aproximadamente 40 horas y se tira al drenaje. Para calcular el volumen de agua se toma en cuenta la capacidad del clarificador de **543,400 L**.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
543.4	543,400	5.06	23.8	0.5	298

### Punto número 3d

#### Lavado de clarificador #4

El método empleado para la limpieza de todos los clarificadores es la misma que la descrita en el punto anterior, únicamente se toma en cuenta la capacidad de cada uno de los clarificadores para calcular el volumen total de agua empleado en la limpieza. Para este clarificador el volumen total calculado fue **220,664 L**.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
220	220,664	6.72	23	1.3	264

No se tomó muestra del clarificador #1, el método empleado para el lavado es el que ya se describió anteriormente, el volumen total de agua empleado para su limpieza es de **580,000 L**.

### Punto número 3f

#### Lavado de mezclador de refino "A"

Una vez liquidados los mezcladores el primer paso para lavarlos es raspar las paredes y aspas, ya que en ellas se queda pegada gran cantidad de azúcar, agregando continuamente agua para ayudar a remojar parte de ella y con esto facilitar el lavado. Cuando se ha removido parte de el azúcar, el lavado de los mezcladores se efectúa con agua a presión, la cual es suministrada por mangueras, durante aproximadamente 5 horas. El agua de lavado escurre a las centrifugas de refino y es descargada en el drenaje del ingenio. Para obtener el volumen en esta etapa se utilizó el método volumen-tiempo, tomando el tiempo que tarda en llenarse una cubeta de 19 L.

Por lo que el volumen obtenido es el siguiente:

$$Q = V/t = 19/62 = 0.30 \text{ L/s} * 3600 \text{ s} * 5 \text{ h} = 5,516.12 \text{ L}$$

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
5.51	5,516.12	6.70	24.8	0.1	205

Únicamente se tomó muestra en el mezclador de refino "A", en el ingenio se cuenta con dos mezcladores de refino por lo que el volumen total utilizado es:

$$V_t = 5.51 * 2 = 11.02 \text{ m}^3$$

### Punto número 3g

#### Mezcladores maza "C" y cristalizadores 5, 6 y 7

El lavado de los mezcladores y cristalizadores es similar al lavado de los mezcladores de refino descrito en el párrafo anterior. El lavado se efectúa con agua a presión durante aproximadamente 4 horas. El lavado se inicia en el mezclador de maza "C" y de ahí

pasa a los cristalizadores 5, 6 y 7. El agua de lavado va directamente al sistema de drenaje del ingenio. Para obtener el volumen en esta etapa se utilizo el método volumen-tiempo, tomando el tiempo que tarda en llenarse una cubeta de 19 L.

$$V/t = 19/1.56 = 12.17 \text{ L/s} * 3600 \text{ s} * 4 \text{ h} = 175,248 \text{ L}$$

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
175.24	175,248	6.3	26.3	24.5	5,220

### Punto número 3h

Lavado de cristalizadores 1,2 y 3 + Werkspoor 1, 2 y 3

Una vez liquidados los cristalizadores y werkspoor, el lavado se efectúa con agua a presión durante 6 horas aproximadamente. Para obtener el volumen en esta etapa se utilizo el método sección-velocidad.

$$V = 7.7 * 0.5 * 0.04 / 32 = 4.812E-3 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s} * 6 \text{ h} = 103.939 \text{ m}^3$$

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
103.93	103.939	5.84	23.3	3.5	1,841

#### Punto número 4

##### Lavado de tanque de mieles, meladura y mezcladores de crudo

Todos los equipos que tuvieron contacto con mieles son lavados con agua, los enjuagues iniciales se envían a un tacho en donde se concentran hasta formar una miel que por sus características es factible de almacenarse hasta la nueva zafra, para utilizarla al inicio del proceso. Cuando se ha almacenado la mayor parte de la miel, se enjuagan los tanques con agua a presión, el lavado se lleva a cabo durante varios días, dada la cantidad de tanques que hay. El tiempo estimado para lavar un tanque es de 3 horas con un flujo aproximado de 0.25 L/s.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
2.7	2,700	6.77	21.7	0	3,000

#### Punto número 7a

##### Limpeza química de evaporadores(doble efecto), lavado con sosa

Como ya se mencionó, parte del equipo de transferencia de calor comienza a ser lavado incluso antes de finalizar la zafra. Dentro de los primeros equipos que entran en proceso de limpieza química están los evaporadores de doble efecto. El ingenio cuenta con 2 evaporadores, y el proceso de limpieza es el mismo. A cada uno se le realizan tres lavados, el primer lavado se hace con agua, el segundo con carbonato de sodio ("soda ash") y el último con ácido muriático. Todos los enjuagues son vertidos al sistema de drenaje del ingenio.

Los equipos se liquidan simultáneamente, lo que permite que el agua pase de un evaporador a otro. Durante los diferentes lavados, uno de los evaporadores se llena con aproximadamente 1/3 de su capacidad total y se recircula el agua para lograr un buen lavado. La capacidad de los evaporadores de doble efecto es de 14,000 L.

Por lo que el volumen utilizado es:

$$V_T = 14,000 \text{ L} * 0.333 * 3(\text{lavados}) = 13860 \text{ L}$$

Únicamente se tomo muestra de un evaporador durante el periodo de limpieza química con sosa, pero el procedimiento es el mismo para los lavado con agua y ácido muriático.

Los valores de los parámetros determinados se resumen a continuación.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
13.86	13,860	9.04	25.5	0.1	304

### Punto número 7b

#### Limpieza química de preevaporadores, lavado con ácido muriatico y enjuague

La limpieza química de los preevaporadores se lleva a cabo en forma similar a los evaporadores de doble efecto, descrita anteriormente. El ingenio cuenta con 5 preevaporadores. La capacidad de los preevaporadores 1 y 2 es de 14,156 L; el 3 es de 6,228 L; el 4 y 5 es de 5,549 L.

Por lo que el volumen de agua utilizado para lavar los preevaporadores 1 y 2 es:

$$V = 14,156 * 0.333 * 3 (\text{lavados}) = 14,014 \text{ L.}$$

El volumen de agua utilizado para los preevaporadores 4 y 5 es:

$$V = 5,549 * 0.333 * 3 = 5,493 \text{ L}$$

La muestra que se tomo corresponde al lavado con ácido muriatico de los preevaporadores 1,2, y 4, pero el proceso es el mismo para los dos evaporadores restantes.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los párametros obtenidos en campo.

Volumen promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup>	L	unidades	°C	mL/L	µS/cm
14.01	14,014	2.72	70	0.9	7,240

### Punto número 9

#### Agua de suministro

El agua de suministro al Ingenio se provee del Río Atoyac siendo derivada de su cauce y conducida a través de una tubería al ingenio. En la derivación, se cuenta con un sistema de rejillas que retiene materiales, como basura, hojas de árboles, etc., que el río arrastra. El ingenio cuenta con dos medidores de flujo magnético. La tubería que suministra agua al ingenio se encuentra bifurcada en dos ramales principales y los medidores están instalados en cada uno de éstos.

Para conocer la calidad de agua con la que cuenta el Ingenio se tomó una muestra de la misma, directamente de una válvula instalada en la tubería que llega al ingenio. El gasto de agua se evaluó mediante el gráfico que emite el medidor de flujo magnético.

Los valores de análisis de parámetros "in-situ", así como el gasto volumétrico promedio se muestran en la siguiente tabla.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
12,000	3333.3	7.14	21.4	0.0	265

### Punto número 10

#### Descarga final

La descarga final proveniente del ingenio se hace por medio de un canal de riego, para posteriormente ser enviada a los terrenos de cultivo de caña. El ingenio no cuenta con medidor de flujo en la corriente final, por lo que se instaló un medidor de flujo ultrasónico y un registrador para monitorear el comportamiento de la descarga durante la estancia del grupo de trabajo. Con este equipo se obtuvieron datos continuos de la descarga durante cuatro días.

Durante las liquidaciones se realizaron tres mediciones del gasto, por consiguiente se tomaron 3 muestras a fin de observar el comportamiento durante las diferentes etapas de lavado.

Los valores de los parámetros determinados se resumen en las siguientes tablas.

#### Muestra 10i

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
12,292	3,414.7	6.77	29.9	7.5	340

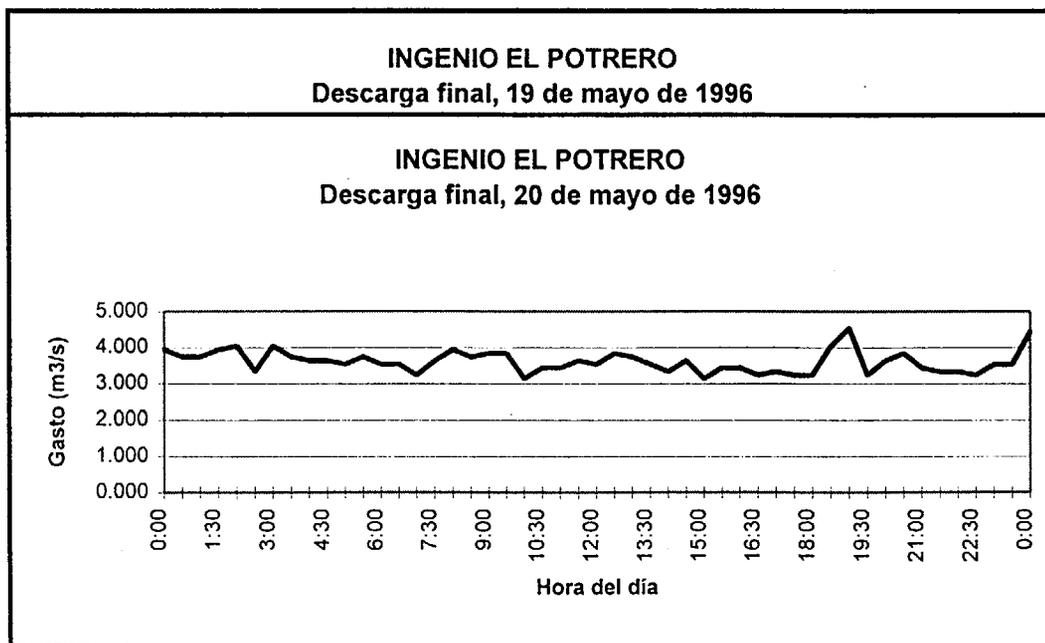
#### Muestra 10m

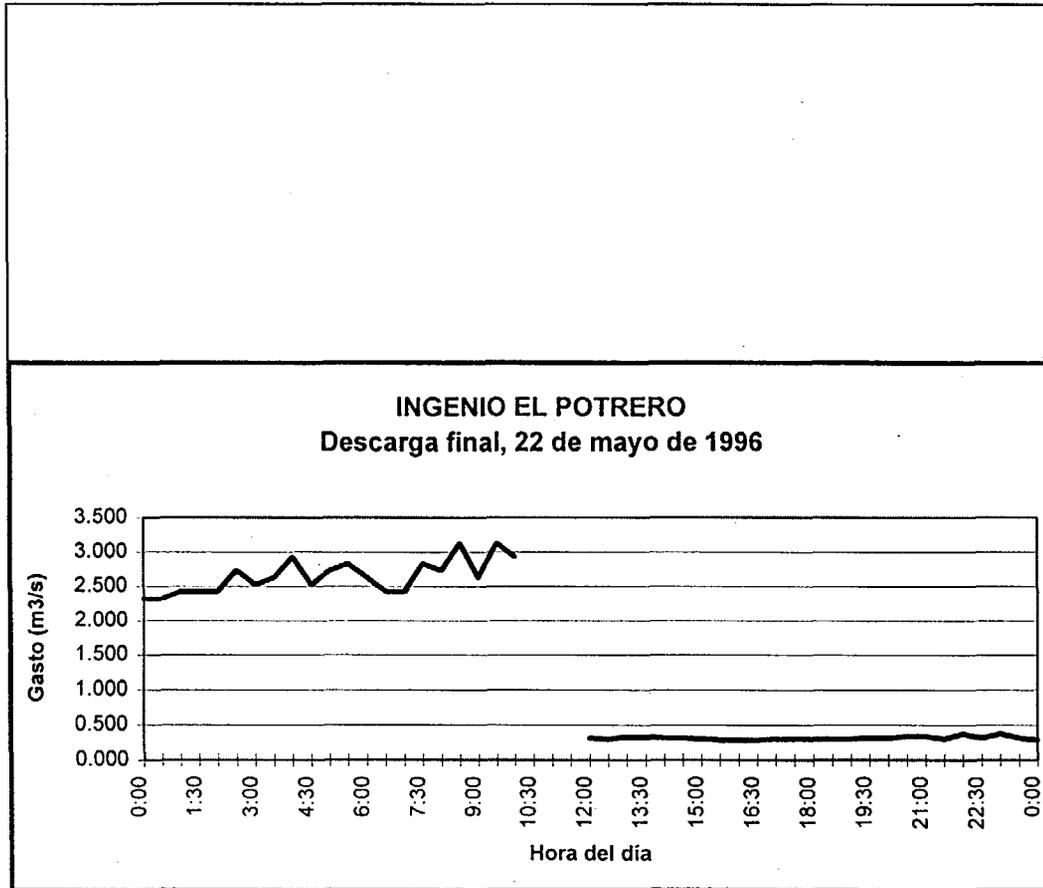
Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
999	277.5	8.0	28	0.1	315

Muestra 10f

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
445.79	123.83	6.55	22.3	0.5	398

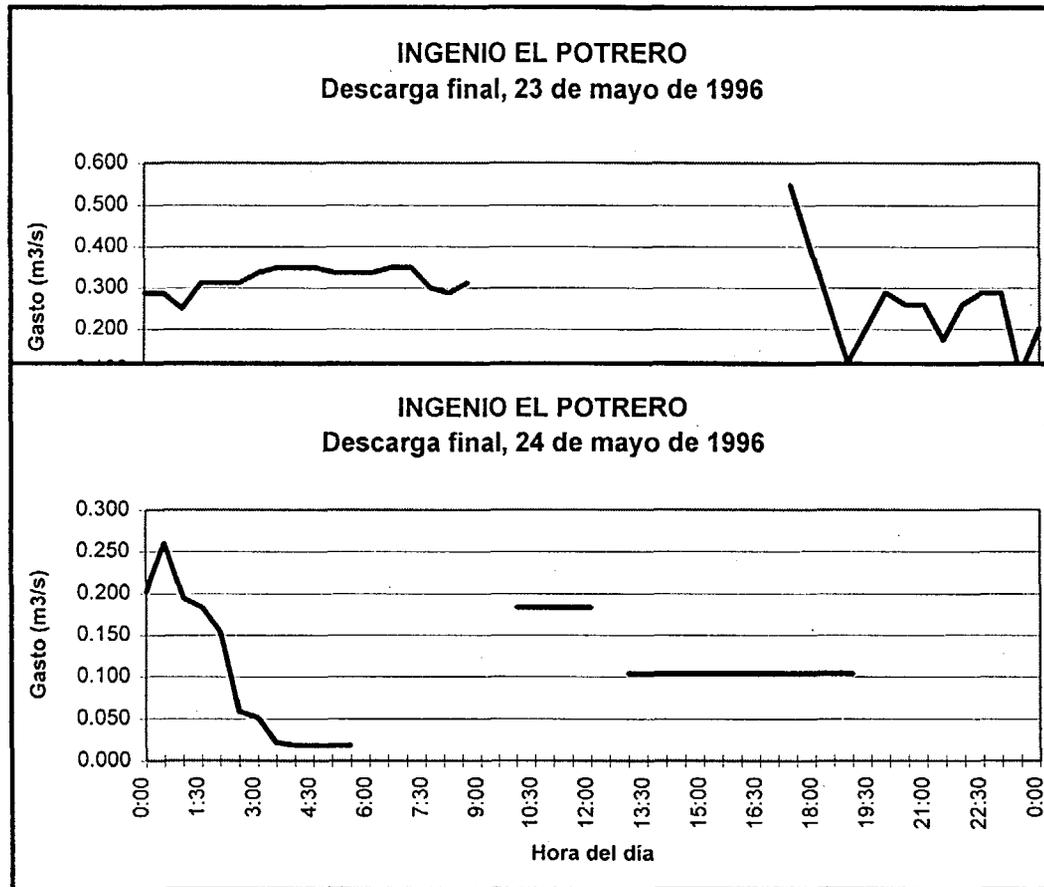
Las gráficas siguientes muestran el comportamiento de la descarga final durante los seis días de trabajo en campo.





El pico localizado entre las 18:00 y 20:00 hr, representa una fuerte lluvia, lo que provocó que aumentara el nivel del agua en la descarga y por ende un aumento del gasto.

El corte en la gráfica fué producto de la tardanza para cambiar la gráfica. Se observa una considerable disminución del flujo de descarga, debido a que las liquidaciones de los equipos se van concluyendo.



El corte de la gráfica se debió a que hubo una interrupción de la corriente eléctrica durante un periodo de 8 horas. Igualmente se observa una disminución del flujo de descarga.

Como se puede observar en las gráficas, el gasto en la descarga del ingenio va disminuyendo conforme se van terminando las liquidaciones. La discontinuidad de la gráfica se debe a que se realizaron cambios de escala en el mismo día.

**Punto número 11a**

Vinazas + condensados

La vinaza que constituye el residuo de la destilación del alcohol es descargada en forma rutinaria al sistema de drenaje interno del ingenio, y a éste se le suma parte del agua que proviene del enfriamiento de los condensadores.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
9.22	2.56	4.36	47.9	0.3	4,500

**Punto número 11b**

**Descarga de la destilería**

La descarga de la destilería se compone del agua de enfriamiento de las tinas de fermentación, enfriamiento de condensadores, lavado de tinas y vinaza.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
4,536	1,260	6.13	29	1.5	5,140

## 2.B.2. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DURANTE LIQUIDACIONES

(parte 1/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDI O (mg/l)	DESVIACIÓ N ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)
1	Color café oscuro, turbia con olor a azúcar y presencia de sólidos sedimentables y suspendidos.	54082.00	56032.40	57954.40	56022.93	1936.22	5000
3b	Ligeramente café, turbia, con sólidos sedimentables y suspendidos, fuerte olor a azúcar.	8677.40	8206.32	8800	8561.24	313.42	816
3bis	Color café oscuro, turbia con olor a azúcar y gran cantidad de sólidos sedimentables y suspendidos.	1816.20	1764.80	1902.32	1827.77	69.49	4440
3c	Agua color amarilla y olor a azúcar.	1764.80	1592.64	1540.00	1632.48	117.58	48
3d	Agua turbia, olor a azúcar, con sólidos sedimentables y suspendidos, color ligeramente café.	882.40	1150.24	1078.0	1036.88	138.57	84
3f	Ligeramente amarilla, con pequeñas cantidades de sólidos sedimentables, olor a azúcar.	259600	264000	258804.00	268801.33	2798.57	663
3g	Color café oscuro, fuerte olor a azúcar y consistencia viscosa.	208863.0	192363.20	190232.00	197152.73	10197.22	29800
3h	Color amarillo miel, con sólidos suspendidos, ligeramente viscoso, fuerte olor a azúcar.	39552.80	78825.60	40700.80	39696.03	945.44	990
4	Cristalina, con pequeñas cantidades de sólidos sedimentables, olor característico a azúcar.	43237.60	43635.20		43237.60	117.60	608
7a	Cristalina, ligero olor a caña	621.54	601.66	690.14	637.78	46.42	14
7b	Color amarillo miel, olor característico a azúcar	1452.96	1367.72	140015.68	1412.12	42.73	24

(parte 2/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDI O (mg/l)	DESVIACIÓ N ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)
9	Cristalina con pequeñísimas cantidades de sólidos sedimentables, inodora	16.14	17.60	17.69	17.14	0.87	8.62
10i	Turbia color café con sólidos sedimentables y suspendidos, olor a azúcar	1412.60	1588.32	1636.88	1545.93	118	480
10m	Turbia color amarillo, con ligeras cantidades de sólidos suspendidos y sedimentables, olor característico a azúcar	807.20	794.16	796.32	7999.23	6.99	23
10f	Turbia color amarillo, con ligeras cantidades de sólidos suspendidos y sedimentables, olor característico a azúcar	1210.80	1147.12	1194.48	1184.13	33.08	70
11a	Color café oscuro, fuerte olor a azúcar, aspecto viscoso	19412.80	177253.6	17600.00	18088.80	1159.63	1460
11b	Agua de color amarillo, turbia, presencia de sólidos suspendidos, olor característico a azúcar	807.20	705.92	929.04	814.05	111.72	52

### 3.A. RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES Y DE PROCESO DURANTE LA PARTE ESTABLE DE LA ZAFRA 95-96 (1-4 de mayo de 1996)

#### INGENIO " CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V."

Como parte del seguimiento del Proyecto de Demostración de Tecnologías Limpias, los días 1, 2, 3 y 4 del mes de mayo de 1996, se efectuaron muestreos de aguas en 14 puntos diferentes del Ingenio Central Motzorongo cuando se encontraba a finales de zafra.

Las personas participantes durante esta fase de muestreo, se indican en la siguiente relación:

I.Q. Adolfo Corona Cuapio	ACC
I.Q. Alejandra Camacho Martínez	ACM
IBQ. Elizabeth Márquez Mena	EMM
I.Q. Homero Arrocena	HAE

#### RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS DEL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
1	Agua de suministro al Ingenio	F y M	2/5/96	EMM/ACM	Medidor ya instalado
2	Agua de suministro población	F	2/5/96	ACC	Medidor ya instalado
3A	Turbinas y reductores de molinos	F y M	2/5/96	EMM/ACM	volumen vs tiempo
3B	Chumaceras de molinos	F y M	3/5/96	ACC/HAE	volumen vs tiempo
4	Descarga de la fosa de batey y molinos	F y M	3/5/96	ACC/HAE	volumen vs tiempo
5*	Lavados ácidos y alcalinos	-----	-----	-----	-----
6	Agua de los condensadores barométricos de tachos y evaporadores	F y M	2/5/96	ACC/HAE	sección velocidad

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS  
DEL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO  
(continuación)**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
8	Agua de servicios sanitarios	F y M	3/5/96	ACC/HAE	sección velocidad
9	Agua de suministro a Kimberly Clark	F	2/5/96	ACC/HAE	caída libre
10	Descarga de bodega de azúcar	F y M	2/5/96	EMM/ACM	sección velocidad
11	Corriente general de descarga	F y M	3/5/96	ACC/HAE	sección velocidad
12	Descarga de la planta de tratamiento	F y M	2/5/96	EMM/ACM	sección velocidad
13	Descarga doméstica	M	3/5/96	EMM/ACM	-----

\* No obstante que estaba programado, no se tomaron datos debido a que durante el trabajo de campo no se realizaron limpiezas químicas de equipo de transferencia de calor.

### 3.A.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANÁLISIS “IN-SITU”

#### Punto número 1

##### Agua de suministro al Ingenio

---

El agua de suministro al Ingenio se provee del río, llegando en forma directa a un cárcamo de bombeo, del cual se distribuye el agua al Ingenio mediante el uso de dos turbobombas, las cuales descargan a una tubería común que cuenta con un medidor de flujo.

Se tomó muestra del río para conocer la calidad de agua con que cuenta el Ingenio y el flujo se evaluó a partir de los medidor durante la estancia en la planta.

A efectos de realizar un balance hidráulico por día, el flujo promedio reportado se reporta en volumen de agua por día y en metros cúbicos, de la siguiente forma:

$$16.2 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/ día} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 1,399.68 \text{ m}^3/ \text{ día}$$

Volumen de agua utilizada por el Ingenio por día **1,399.68 m<sup>3</sup>**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis in-situ y el gasto volumétrico calculado através de lecturas del medidor de flujo.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
58.32	16.2	7.39	29	0.47	544

#### Punto número 2

##### Agua de suministro a la población

---

El agua de suministro a la población proviene del Ingenio, la cual se envía a un tanque elevado donde se distribuye. En este punto no se tomó muestra debido a que el agua proviene de la misma fuente de suministro del Ingenio, siendo en éste caso, idéntica a la del punto anterior.

Se tomaron las lecturas del medidor para conocer la cantidad de agua que se manda a la población.

Tabla de resultados

Lectura inicial m <sup>3</sup>	Lectura Final m <sup>3</sup>	Diferencia (m <sup>3</sup> )	Tiempo (s)	Gasto (L/s)
98564	99295	731	161400	4.52

El volumen total de agua por día utilizado por la población es:

$$4.52 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/ día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 390.52 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

Volumen de agua promedio en metros cúbicos utilizado por la población por día es **390.52 m<sup>3</sup>/día**

**Punto número 3A**

Agua de enfriamiento de turbinas y reductores

---

El agua utilizada en el sistema de enfriamiento de turbinas y reductores, presenta en apariencia, la misma calidad del agua de suministro del Ingenio.

Para la determinación del gasto de agua en este punto, se aplicó el método de volumen vs tiempo, para lo cual se utilizó una cubeta de 20 L y un cronómetro.

Los datos obtenidos se presentan en el cuadro siguiente.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
3.13	0.87	7.30	28	0.00	600

En promedio, por día, el consumo de agua de enfriamiento para las turbinas y reductores es:

$$0.87 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 75.06 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

**Punto número 3 B**

Chumaceras de molinos

---

La descarga de agua de enfriamiento de las chumaceras de molinos es colectada en un tanque en la parte baja de los molinos. Este tanque esta provisto de sensor de nivel de tal forma que

cuando el agua llega a un nivel la bomba se acciona enviando el agua al sistema de recirculación de agua de enfriamiento por aspersión.

El agua llega a una fosa por medio de una tubería, en la cual fué factible medirse el gasto de agua por el método de volumen vs tiempo. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

El volumen de agua que se descarga es de aproximadamente es de tres horas por turno.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
27.04	7.51	6.69	29	0.00	461

El volumen total por día es:

$$7.51 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} = 27036 \text{ L/h} = 27.04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$27.04 \text{ m}^3/\text{h} * 3 \text{ horas/ turno} = 81.108 \text{ m}^3/\text{ turno}$$

$$81.108 \text{ m}^3/\text{ turno} * 3 \text{ turnos /día} = 243 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

El gasto total de agua de enfriamiento para las chumaceras de los molinos es de 243 m<sup>3</sup>.

#### Punto número 4

##### Descarga de la fosa de batey y molinos

La descarga de agua de molinos va a una fosa en donde se juntan todos los lavados de los molinos y descargas fugitivas a lo largo de los molinos.

Estas descargas llegan a un cárcamo de bombeo, en donde al llegar a un nivel se acciona la bomba, descargando el agua a una fosa que va directamente a la descarga general del Ingenio. Esta descarga presenta apariencia oscura.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la determinación de aforo de esta descarga.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
7.81	2.17	4.77	33	3.5	608

Considerando que la descarga es intermitente y la bomba opera aproximadamente 6 horas por turno, de manera tal que el gasto por día será de:

$$2.17 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} = 7812 \text{ L/h} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 7.812 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$7.812 \text{ m}^3/\text{h} * 6 \text{ h/turno} = 46.87 \text{ m}^3/\text{turno}$$

$$46.87 \text{ m}^3/\text{turno} * 3 \text{ turnos /día} = 140.62 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen diario de descarga de la fosa de molinos es de **140.62 m<sup>3</sup>/ día**

### Punto número 6

#### Agua de los condensadores barométricos de tachos y evaporadores

El agua de condensados es re circulada y enfriada en una alberca por aspersion , para posteriormente ser recirculada a los equipos de proceso.

La determinación del gasto se hizo en un tramo recto en el canal de entrada al Ingenio, por el método de sección - velocidad.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la toma de muestra y aforo del agua de re circulación a los equipos de evaporación y tachos.

Longitud m	Tiempo s	Velocidad del agua m/s	Sección del canal m <sup>2</sup>	Gasto m <sup>3</sup> /s
6.27	8	0.7837	3.1*.6=1.86	1.45
6.27	10.4	0.602	1.86	1.12
6.27	4	1.56	1.86	2.9
6.27	4	1.56	1.86	2.9
6.27	9.3	0.674	1.86	1.25
6.27	7.14	1.03	1.86	1.92

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
6912	1920	7.3	37	0.00	600

La variación de velocidades se debe a que se observan diferentes líneas de flujo por lo cual se tomaron velocidades a diferentes distancias para obtener un mejor promedio del gasto volumétrico.

Estos volúmenes de agua no se consideran para el balance hidráulico debido a que el agua no se descarga al río sino hasta la liquidación.

### Punto número 8

#### Agua de servicios sanitarios

Comprende la descarga segregada de los servicios sanitarios de la planta. En este caso se presenta un flujo continuo debido al diseño y operación de los servicios sanitarios, en donde una corriente de agua constante se descarga con el arrastre de los desechos sanitarios. Los valores de los parámetros fueron:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
18.72	5.2	6.5	29	1.5	600

### Punto número 9

#### Agua de suministro a la planta Kimberly Clark

El agua que se utiliza en la planta Kimberly Clark, es principalmente en enfriamiento de sus equipos y servicios sanitarios, por lo que la calidad de agua que utilizan es la del propio río.

Debido a esta situación no se tomo muestra, únicamente se realizó el aforo de dos tuberías elevadas que descargan directamente al río.

El método que se utilizó para determinar el gasto de agua fue el de medir la descarga por caída libre. Se incluye la memoria de cálculo para encontrar el flujo de agua de descarga que es idéntico al suministro.

Para movimiento uniforme

$$e = v \cdot t$$

Para caída libre

$$h = 1/2 g t^2$$

Si elevamos al cuadrado, despejamos e igualamos

$$(e^2/V^2) = 2h/g$$

$$v^2 = e^2 g / 2h$$

$$Q = (e^2 g / 2h)^{.5}$$

En caso de un tubo  $A = \pi D^2 / 4 * (e^2 g / 2h)^{.5}$

Sustituyendo valores encontramos:

$$A = (3.1416 * 0.04^2) / 4 = 0.00125 \text{ m}^2$$

Para el primer tubo

$$e = 1.38 \text{ m}$$

$$g = 9.806 \text{ m/s}^2$$

$$h = 5.83 \text{ m}$$

Sustituyendo

$$Q = 0.00125 * ((1.38^2 * 9.806) / (2 * 5.83))^{.5}$$

$$Q = 1.53 \text{ E-3 m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1.53 \text{ L/s}$$

Para el segundo tubo

$$e = 2.0 \text{ m}$$

$$g = 9.806 \text{ m/s}^2$$

$$h = 5.83 \text{ m}$$

Sustituyendo

$$Q = 0.00125 * ((2^2 * 9.806) / (2 * 5.83))^{.5}$$

$$Q = 2.29 \text{ e-3 m}^3/\text{s}$$

$$Q = 2.29 \text{ L/s}$$

La suma de gastos en los dos tubos da:

$$Q_t = 1.53 + 2.29 = 3.82 \text{ L/s}$$

que es la descarga total de enfriamiento de la planta de kimberly Clark y por ende el gasto de suministro.

Para el balance hidráulico el flujo encontrado en metros cúbicos por día es:

$$3.82 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 330.048 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

La calidad del agua de suministro es la misma que la del ingenio en general, por lo que no se muestreó esta corriente para análisis.

### Punto número 10

#### Descarga de la Bodega de azúcar

El agua proveniente de esta descarga, es la que escurre de las secadoras y el lavado de áreas pequeñas de la bodega.

El flujo de esta descarga se midió por el método de sección velocidad y los resultados del aforo y análisis in situ se presentan en la siguiente tabla.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
0.6264	0.174	4.15	29	2.1	109

El gasto promedio diario es el siguiente:

$$0.1737 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 15 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

### Punto número 11

#### Corriente general de descarga

La toma de muestra y aforo de la corriente general de descarga de aguas residuales del Ingenio se encuentra localizada afuera del Ingenio enfrente de la bodega de azúcar

La toma de muestra se hizo en un registro de aproximadamente 4 metros de profundidad. En la fosa se junta la descarga de aguas negras de la población, que entra de forma perpendicular a la descarga del Ingenio.

Para la medición del gasto de agua residual se utilizó el método de sección velocidad, tomando la distancia del registro a la descarga al río.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del muestreo y aforo de la descarga.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
126.43	35.12	6.21	35	0.5	506

Para la determinación de la sección circular en el ducto de descarga se siguió el método descrito en la tabla 1-5b Círculos: áreas y segmentos, tablas matemáticas 1-23 Perry, quinta edición, volumen 1, McGraw-Hill.

La secuencia del cálculo es como sigue:

Se divide la altura entre el diámetro h/D

$h = 6.5$  pulgadas  $D = 32$  pulgadas

$h/D = 0.203125$

El área que corresponde a la relación h/D es 0.11343

Se multiplica el área encontrada por el diámetro al cuadrado

$D = 32$  pulgs  $\cdot 0.0254$  m/ pulg = 0.8128 m

Sección del círculo =  $0.11343 \cdot 0.8128^2 = 0.075$  m<sup>2</sup>

Volumen de agua de descarga diaria

$35.115$  L/s  $\cdot 3600$  s/ h  $\cdot 24$  h/ día  $\cdot 1$  m<sup>3</sup>/1000 L = **3033.936** m<sup>3</sup> por día

### Punto número 12

#### Descarga de la planta de tratamiento de aguas

La descarga de la planta de tratamiento de aguas fue evaluada por medio del método de sección-velocidad, y se extrajo una muestra para análisis in situ y en laboratorio. Los valores reportados durante esta fase de monitoreo son los siguientes:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
1.8	0.5	6.4	30	1.3	300

### Punto número 13

#### Descarga doméstica

Paralela a la descarga de la planta de tratamiento al río, se tiene una corriente de agua residual doméstica, que no había sido evaluada en ocasiones anteriores. La toma de muestra fué en la fosa en donde se junta con la descarga general del Ingenio. En este punto no se midió el gasto de agua debido a que se juntan las descargas en sus salidas y van directamente al río.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del muestreo de ésta descarga:

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
----	----	6.84	33	1.5	370

Por apreciación visual el flujo representa una séptima parte de la descarga final y esta sería aproximadamente de 4.5 L/s

**3.A.2. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA PERÍODO DE FINALES DE ZAFRA**

MUESTRA PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDIO (mg/l)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	SOLIDOS SUS. TOTALES (mg/L)	SOLIDOS SUS. FIJOS (mg/L)
1	Agua cristalina, sin olor, con una pequeña cantidad de sólidos sedimentables	173.37	172.68	169.30	171.78	1.95	10	5
3A	Agua cristalina, inodora, sin sólidos sedimentables	8.064	8.032	8.064	8.053	0.02	0	0
3B	Turbia, con sólidos sedimentables y suspendidos	588.67	598.38	616.89	601.31	14.34	190	15
4	Ligeramente turbia, sin olor	20.16	20.08	16.12	18.78	2.31	6	52*
6	Turbia con sólidos sedimentables y suspendidos	370.94	349.39	354.81	358.38	11.21	86.6	16
8	Turbia con sólidos sedimentables y suspendidos	169.34	172.68	169.34	170.52	1.93	185	28
10	---	---	---	---	---	---	---	---
11	Turbia, con ligero olor a azúcar, presenta sólidos sedimentables	1612.80	1506.00	1572.32	1563.76	53.93	150	10
12	Turbia con sólidos sedimentables y suspendidos	1411.20	1465.84	1552.32	1476.45	71.16	380	52
13	Turbia, presenta sólidos sedimentables y suspendidos	177.40	172.68	169.34	173.14	4.05	120	16

### 3.B.INFORME DE RESULTADOS DEL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DURANTE LIQUIDACIONES AL TÉRMINO DE LA ZAFRA 95-96 (21-24 de mayo de 1996)

#### INGENIO " CENTRAL MOTZORONGO, S.A. DE C.V."

El día 21 de mayo a las 09:15 AM de la mañana se dio por terminado la zafra, dando inicio a la liquidación y limpieza de los equipos de proceso para su posterior mantenimiento y espera de la próxima zafra.

El periodo de liquidaciones y lavados se realizo durante los días 21, 22, 23 y 24 del mes de mayo de 1996, se efectuaron muestreos de aguas en 10 puntos diferentes del Ingenio Central Motzorongo.

Las personas participantes durante esta fase de muestreo, se indican en la siguiente relación:

I.Q. Adolfo Corona Cuapio	ACC
I.Q. Antonio Sánchez Torres	AST

#### RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS DEL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
7	Agua de suministro al Ingenio	F y M	24/5/96	ACC/AST	Medidor ya instalado
6	Agua de suministro población	F	2/5/96	ACC	Medidor ya instalado
1 y 10, M-1i, M-2m, M-3f	Agua de liquidación de molinos y Tanques de jugo	F y M	21/5/96	ACC/AST	volumen vs tiempo
4, 4A, 4B, 4bis, 4C, 11	Agua de liquidación de los condensadores barométricos de evaporadores	V y M	21/5/96 y 22/5/96	ACC/AST	volumen total

**RELACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y AFORO DE AGUAS  
DEL INGENIO CENTRAL MOTZORONGO  
(continuación)**

No. Punto	Descripción	Flujo (F) Muestra (M)	Fecha	Responsables del punto de muestreo	Método de medición de flujo
2ai, 2a3	Agua de liquidación de los clarificadores	V y M	21/5/96 y 22/5/96	ACC/AST	volumen total
2b	Agua de liquidación lavado de filtros de cachaza	V y M	21/5/96	ACC/AST	volumen total
3	Agua de liquidación lavado de calentadores	V y M	21/5/96	ACC/AST	volumen total
5a	Agua de liquidación de tachos	V y M	23/5/96	ACC/AST	volumen total
9	Agua de liquidación sistema de recirculación	F y M	24/5/96	ACC/AST	sección velocidad
8ai, 8am, 8f	Corriente general de descarga	F y M	24/5/96	ACC/AST	sección velocidad

Descripción de las actividades desarrolladas en cada punto de evaluación

**7.-** Se midió el total de agua de suministro al ingenio durante la etapa de liquidaciones para conocer la diferencia de agua de suministro en la etapa normal de operación del ingenio.

**6.-** Se midió el agua de suministro a la población para conocer por diferencia, el total de agua que utiliza el ingenio durante esta etapa.

**1 y 10, M-1i, M-2m, M-3f.-** Se midió el agua de liquidación del área de molinos, en la cual se incluyen las descargas de agua de limpieza de intermedios y raspadores, charolas receptoras, coladores de pachaquile, coladores de DMS, arrastre de tanques y lavado del área. En este punto se tomaron tres muestras, una al inicio del lavado, otra a la mitad y al finalizar el lavado.

**4, 4A, 4B, 4bis, 4C, 11.-** Se tomo muestra en seis puntos y se cuantifico el volumen total de agua de los cuádruples en sus diferentes efectos y descargas, como son las de descargas de lavados con jugo y lavados con sosa

**2ai, 2a3.-** Se tomo muestra de las descargas de los clarificadores 2 y 3, y se estimo el volumen de agua de descarga con la capacidad de trabajo de los equipos.

**2b.-** Se tomó muestra de la descarga de los lavados de los filtros de cachaza, no pudiéndose determinar el volumen de agua utilizado para el lavado.

**3.-** En la descarga de los calentadores se tomo muestra de uno de los calentadores y el volumen de agua total se determino con la información de la capacidad de los 10 calentadores.

**5a.-** Se tomó muestra en uno de los nueve tachos durante la etapa de liquidación de la última templa, el volumen total de descarga se determino mediante la información de la capacidad de trabajo de los tachos.

**9.-** Se tomó muestra en el cárcamo de bombeo del sistema de recirculación de la alberca de enfriamiento, no se pudo determinar el volumen total del agua de recirculación, debido a que en la liquidación el agua de la alberca se junta con el agua del río.

**8ai, 8am, 8f.-** Por la forma de la descarga final no fue posible instalar un medidor de flujo continuo, por lo que se midió el flujo por el método de sección velocidad, el cual no es representativo en esta etapa por los cambios constantes de flujo. Se tomaron tres muestras de agua residual en tres días diferentes.

### 3.B.1. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS Y AFOROS DE AGUAS Y ANÁLISIS "IN-SITU"

#### Punto número 7

##### Agua de suministro al Ingenio

El agua de suministro al Ingenio se provee del río, llegando en forma directa a un cárcamo de bombeo, del cual se distribuye el agua al Ingenio mediante el uso de dos turbobombas, las cuales descargan a una tubería común que cuenta con un medidor de flujo.

Se tomó muestra del río para conocer la calidad de agua con que cuenta el Ingenio y el flujo se evaluó a partir de los medidor durante la estancia en la planta.

A efectos de realizar un balance hidráulico por día, el flujo promedio reportado se reporta en volumen de agua por día y en metros cúbicos, de la siguiente forma:

Lectura final del medidor 502698.6 de fecha 24/5/96 hora 10:44 AM

Lectura inicial del medidor 499635 de fecha 21/5/96 hora 9:00 AM

Diferencia 3063.6 m<sup>3</sup> en 73 horas con 44 minutos

Gasto 30636 m<sup>3</sup>/ 4424 min. = 0.692 m<sup>3</sup>/min.

0.692 m<sup>3</sup>/min. \* 60 min./h \* 24 h / día = 996.99 m<sup>3</sup>/día

Volumen de agua utilizada por día durante los días de liquidación es **996.9 m<sup>3</sup>**

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis in-situ y el gasto volumétrico calculado através de lecturas del medidor de flujo.

Flujo promedio		pH	Temperatura	Sólidos disueltos totales	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	µS/cm
41.51	11.5	7.0	24.7	167	327

En comparación con los resultados del primer análisis se observa disminución del agua de alimentación debido al paro del ingenio y que los obreros no laboraron durante los primeros días de fin de zafra.

Los parámetros de sólidos y conductividad disminuyeron en relación al primer análisis y esto es debido a que se registraron lluvias en la zona y paros en diferentes ingenios.

### Punto número 6

#### Agua de suministro a la población

El agua de suministro a la población proviene del Ingenio, la cual se envía a un tanque elevado donde se distribuye. En este punto no se tomó muestra debido a que el agua proviene de la misma fuente de suministro del Ingenio, siendo en éste caso, idéntica a la del punto anterior.

Flujo promedio		pH	Temp	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos totales	Conductividad
m <sup>3</sup> /h	L/s	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
15.37	4.27	7	24.7	0	167	327
		7	24.7	0	167	327
		7	24.7	0	167	350

Se tomaron las lecturas del medidor para conocer la cantidad de agua que se manda a la población.

Tabla de resultados

Lectura inicial m <sup>3</sup>	Lectura Final m <sup>3</sup>	Diferencia (m <sup>3</sup> )	Tiempo (s)	Gasto (L/s)
102,575	101,885	690	161,320	4.27

El volumen total de agua utilizada por día para la población es:

$$4.27 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 24 \text{ h/ día} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 368.92 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

### Punto número 1 y 10, M-1i, M-2m, M-3f

#### Agua de liquidación de molinos y tanques de jugo.

El agua de liquidación y lavados utilizada en el área de molinos y tanques de jugo se realiza en forma conjunta con la limpieza de intermedios, charolas receptoras, raspadores, coladores de pachaquile, coladores de DSM y arrastre de tanques, conduciéndose éstas al carcamo de bombeo de molinos en la parte baja de los molinos, la apariencia del agua es de color café.

Para la determinación del gasto de agua en este punto, se aplicó el método de volumen vs tiempo, para lo cual se utilizó una cubeta de 20 L y un cronómetro, la descarga es operada por una bomba que se acciona por un reelevador de nivel, por lo cual se tomo el tiempo total de operación de la bomba, para conocer con el aforo el flujo y con el tiempo de operación el gasto.

Los datos obtenidos se presentan en el cuadro siguiente y constan de tres muestras, las cuales presentan diferente apariencia debido a que conforme pasaba el tiempo el agua tenia una apariencia diferente, un poco más limpia por los enjuagues.

Flujo promedio	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad	
L/s	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm	
M-1i	9.59	4.11	32.7	67.5	431	867
M-2m	7.75	4.09	34.3	47	483	989
M-3f	7.08	4.11	36.9	13.3	560	1,125
8.14						

En promedio se tiene un gasto de 8.14 L/s y el lavado se realizó por 1 hora con 13 minutos por lo que el consumo total de lavado es

$$8.14 \text{ L/s} * 60 \text{ s/min.} * 73 \text{ min.} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 35.65 \text{ m}^3 / \text{liquidación}$$

#### Punto número 4, 4A, 4B, 4bis, 4C, 11

Agua de los condensadores barométricos evaporadores

El agua de condensados es recirculada y enfriada en una alberca por aspersion , para posteriormente ser recirculada a los equipos de proceso.

En la etapa de liquidaciones de estos equipos, los lavados no se recirculan sino que se envían por la descarga general del ingenio, se realizan descargas de agua con jugo y lavados con sosa.

Se tomaron muestras de los diferentes lavados, para conocer la variación de la calidad de agua de descarga. Para la determinación del gasto se tomó el volumen de los tanques.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la toma de muestra de las diferentes descargas de los equipos de evaporación.

Evaporador A (agua) 4

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
40	8.4	51.1	0	164	310

Evaporador B (agua) 4B

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
40	8.42	47	0	165	313

Evaporador B (lavado con sosa) 4bis

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	g/L	mS/cm
40	11.66	29.7	1	9.24	18.65

Evaporador C (agua con jugo) 4C

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
40	8.02	28.5	0.1	268	543

Evaporador C (lavado con sosa) 4A

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	g/L	mS/cm
40	12.6	28.6	0.5	710	720

Evaporador B (lavado con sosa final) 11

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	g/L	mS/cm
40	11.92	31.5	17	>10	>200

El volumen total de descarga de los tres evaporadores es de 10 m<sup>3</sup> por efecto, de cuatro efectos por evaporador tenemos 40 m<sup>3</sup> por tres evaporadores tenemos 120 m<sup>3</sup> de lavado con agua, 120 m<sup>3</sup> por lavado con sosa y 120 m<sup>3</sup> de lavado final con sosa, por lo que el total de agua de liquidación es de 360 m<sup>3</sup>.

### Punto número 2ai, 2a3

Agua de liquidación del clarificador 2 y 3.

En la etapa de liquidaciones se tomó muestra del agua de enjuague de los clarificadores 2 y 3, para obtener la calidad de agua de descarga y el volumen total de descarga.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la toma de muestra de los clarificadores y el volumen de agua descargado.

2ai Clarificador 2

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
398.64	8.1	28.1	0	307	616

2a3 Clarificador 3

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
620	8.53	32.7	7	236>10	499

El volumen total de descarga de los dos clarificadores en la etapa de liquidación es aproximadamente de 1018 m<sup>3</sup> de agua en la última templa.

Punto número 2b

Agua de liquidación del lavado de filtros de cachaza.

En este punto se tomó muestra de la descarga de agua de lavado, con la cual se identificó la calidad de agua, que por apariencia se observó una agua con bastantes sólidos de color oscuro, no se obtuvo el volumen de descarga debido a que no se programó la liquidación, solo se pudo tomar una muestra.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los parámetros analizados in situ.

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	g/L	mS/cm
	7.43	51.4	190	1.68	3.29

Punto número 3

Agua de liquidación del lavado de calentadores.

En este punto se tomó muestra directamente de la descarga de agua de lavado, con la cual se identificó la calidad de agua de descarga, que por apariencia se observó una agua relativamente limpia, el volumen de descarga se cuantificó a partir de los volúmenes de los tanques.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del muestreo y volumen total de agua de descarga.

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
13.0	8.95	35.9	0.0	140	244

El volumen total que se reporta en la tabla es la suma de la capacidad de todos los calentadores.

### Punto número 5a

#### Agua de liquidación de tachos(última templa)

En este punto la descarga se realizó de forma simultánea, por lo que la muestra se tomó directamente de la descarga de uno de los tachos.

La apariencia del agua se observó de color oscuro (jugo concentrado), para la obtención del volumen total de descarga de agua de liquidación final, se recurrió a el volumen de los tachos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos y volumen total de descarga.

Volumen	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
m <sup>3</sup>	unidades	°C	mL/L	g/L	mS/cm
380.87	6.0	46.8	0.0	223	4.54

El volumen total que se reporta en la tabla es la suma de la capacidad de trabajo de los nueve tachos.

### Punto número 9

#### Agua de liquidación sistema de recirculación

En este punto se tomó muestra del cárcamo de bombeo de agua de recirculación. Después de descargar la última templa se abrieron las compuertas de la alberca de agua de recirculación, alcanzado el nivel del río, por lo que fue difícil medir contenido total del agua de recirculación. Para efectos de poder cuantificar el volumen total de agua en la liquidación, esta se encuentra considerada dentro del volumen total de los equipos que recirculan el agua (condensadores, evaporadores etc.)

La apariencia del agua se observó de color amarillo-verdoso claro.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del cárcamo de bombeo.

pH	Temperatura	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
unidades	°C	mL/L	mg/L	mS/cm
6.0	27.3	0.0	240	486

### Punto número 8ai, 8am, 8f

#### Corriente general de descarga

La toma de muestra y aforo de la corriente general de descarga de aguas residuales del Ingenio se encuentra localizada afuera del Ingenio frente de la bodega de azúcar.

La toma de muestra se hizo en un registro de aproximadamente 4 metros de profundidad. En la fosa se junta la descarga de aguas negras de la población, que entra de forma perpendicular a la descarga del Ingenio.

Para la medición del gasto de agua residual se utilizó el método de sección velocidad, tomando la distancia del registro a la descarga al río.

Durante la etapa de liquidaciones se realizaron tres mediciones del gasto, para obtener un estimado de las descargas durante la etapa de liquidaciones.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos del muestreo y aforo de la descarga.

#### 8ai (21/5/96)

Flujo promedio	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
L/s	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
23.64	6.6	36	12	366	738

Para la determinación de la sección circular en el ducto de descarga se siguió el método descrito en la tabla 1-5b Círculos: áreas y segmentos, tablas matemáticas 1-23 Perry, quinta edición, volumen 1, McGraw-Hill.

La secuencia del cálculo es como sigue:

Se divide la altura entre el diámetro  $h/D$

$h = 4.72$  pulgadas  $D = 32$  pulgadas

$h/D = 0.1476$

El área que corresponde a la relación  $h/D$  es 0.07245

Se multiplica el área encontrada por el diámetro al cuadrado

$D = 32$  pulgs  $\times 0.0254$  m/pulgada = .8128 m

Sección del círculo =  $0.07245 \times 0.8128^2 = 0.0478 \text{ m}^2$

La velocidad promedio es 0.4945 m/s

El flujo es velocidad por área =  $0.4945 \times .0478 = 0.0236 \text{ m}^3/\text{s}$

Volumen de agua de descarga aproximado del día 21/5/96

$23.64 \text{ L/s} \times 3600 \text{ s/h} \times 24 \text{ h/día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 2042.61 \text{ m}^3$  por el día 21/5/96

En la siguiente tabla aparecen los resultados del muestreo y aforo de la descarga general del Ingenio realizada el día 22/5/96.

**8am** (22/5/96)

Flujo promedio	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
L/s	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
23.64	6.66	29.8	1.6	369	743

La secuencia de cálculo para obtener el flujo es mismo que el anterior y para el siguiente.

$h = 5$  pulgadas  $D = 32$  pulgadas

$h/D = 0.15625$

El área que corresponde a la relación  $h/D$  es 0.07531

Sección del círculo =  $0.07531 \times 0.8128^2 = 0.04975 \text{ m}^2$

La velocidad promedio es 0.5006 m/s

El flujo es velocidad por área =  $0.5006 \times .04975 = 0.0249 \text{ m}^3/\text{s}$

Volumen de agua de descarga aproximado del día 22/5/96

$24.9 \text{ L/s} \times 3600 \text{ s/h} \times 24 \text{ h/día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 2151.98 \text{ m}^3$  por el día 22/5/96

8f (24/5/96)

Flujo promedio	pH	Temp.	Sólidos sedimentables	Sólidos disueltos	Conductividad
L/s	unidades	°C	mL/L	mg/L	µS/cm
23.64	6.66	29.8	1.6	369	743

La secuencia de cálculo para obtener el flujo es mismo que el anterior y que para el siguiente.

$h = 3$  pulgadas  $D = 32$  pulgadas

$h/D = 0.09375$

El área que corresponde a la relación  $h/D$  es 0.03732

Sección del círculo =  $0.03732 * 0.8128^2 = 0.02465 \text{ m}^2$

La velocidad promedio es 0.2520 m/s

El flujo es velocidad por área =  $0.2520 * 0.02465 = 0.00621 \text{ m}^3/\text{s}$

Volumen de agua de descarga aproximado del día 24/5/96

$6.21 \text{ L/s} * 3600 \text{ s/h} * 4 \text{ h/día} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 89.42 \text{ m}^3$  por el día 24/5/96

En los días 21, 22 el flujo de la descarga final se mantuvo aproximadamente constante, el día 23 y 24 bajo considerablemente, si tomamos esta consideración para efectos de conocer un aproximado del volumen final de la liquidación, obtenemos que la liquidación inicio el día 21/5/96 y termino el 24/5/96 a las 12 horas, con lo cual tenemos un volumen de agua de:

2042.61  $\text{m}^3$  por el día 21/5/96

2151.98  $\text{m}^3$  por el día 22/5/96

536.54  $\text{m}^3$  por el día 23/5/96

89.42  $\text{m}^3$  por el día 24/5/96

Sumando los cuatro días se obtiene un aproximado de 4820.55  $\text{m}^3$  de agua de descarga por la liquidación.

En la siguiente tabla se resume el total de agua de suministro y de descargas durante el periodo de liquidaciones.

No. Punto	Descripción	Volumen m3
7	Agua de suministro al Ingenio	996.9
6	Agua de suministro población	690
1 y 10, M-1i, M-2m, M-3f	Agua de liquidación de molinos y Tanques de jugo	35.65
4, 4A, 4B, 4bis, 4C, 11	Agua de liquidación de los condensadores barométricos de evaporadores	360.00
2ai, 2a3	Agua de liquidación de los clarificadores	1018
2b	Agua de liquidación lavado de filtros de cachaza	N/C
3	Agua de liquidación lavado de calentadores	13
5a	Agua de liquidación de tachos	380.87
9	Agua de liquidación sistema de recirculación	N/C
8ai, 8am, 8f	Corriente general de descarga	4820.55

### Observaciones generales de los flujos.

El 70 % de la cantidad de agua que llega al ingenio en la etapa de liquidaciones es el que se utiliza como suministro a la población.

Realizando la suma de las salidas tenemos 2,114.42m<sup>3</sup> determinadas en la liquidación, más las descargas que no se pudieron determinar como son las de filtros de cachaza, mingler de cachaza, lavados de tinas de meladura, lavados de semilleros y graneros, remate del tanque de jugo etc.

Al no poderse instalar un medidor de flujo continuo, que nos diera con exactitud el flujo total de descarga durante la etapa de liquidaciones, no se pudo cerrar un balance hidráulico general, debido a que en la etapa de liquidaciones el flujo no se mantiene constante.

**3.B.2. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA PERÍODO DE LIQUIDACIONES FINALES DE ZAFRA**

(parte 1/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDI O (mg/l)	DESVIACIÓ N ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)
1i	Agua con tono café, sólidos sedimentables y suspendidos, olor característico a azúcar, capa de aceite.	23292.80	23004.80	23447.20	<b>23248.27</b>	224.54	3026
1m	Agua de un tono café, cantidad apreciable de sólidos sedimentables y suspendidos, olor característico a azúcar, capa de aceite	16064.00	16096.00	17696.00	<b>16618.67</b>	933.14	3160
1f	Agua de un tono café, con sólidos sedimentables y en menor cantidad suspendidos, olor característico a azúcar, ligera capa de aceite	20883.20	21235.20	21235.20	<b>21117.87</b>	203.23	4815
2ai	Ligero tono café, olor a azúcar, pequeña cantidad de sólidos sedimentables	4417.60	4556.72	44424.00	<b>4466.11</b>	78.54	50
2a3	Olor a azúcar, con sólidos suspendidos y sedimentables (arenilla)	2489.92	2521.68	2477.64	<b>2496.41</b>	22.73	580
2b	Agua de color café oscuro, fuerte olor a azúcar, cantidad apreciable de sólidos sedimentables	126084.00	124978.00	127190.00	<b>126084.00</b>	1106.00	93220

(parte 2/2)

MUESTRA (PUNTO DE MUESTREO)	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MUESTRA	DQO (mg/L) CORRIDA 1	DQO (mg/L) CORRIDA 2	DQO (mg/L) CORRIDA 3	DQO PROMEDI O (mg/l)	DESVIACIÓ N ESTÁNDAR	SÓLIDOS SUSP. TOTALES (mg/L)
3a	Ligerísimo olor a azúcar, casi sin color, con una cantidad muy pequeña de sólidos suspendidos, sin sólidos sedimentables.	208.83	265.44	274.28	<b>249.52</b>	35.51	8
4	Casi transparente, (sin color), capa muy fina de sólidos sedimentables, pequeña cantidad de sólidos suspendidos, sin color	144.57	168.11	172.00	<b>161.56</b>	14.84	11
4a	Color café, olor a azúcar	4096.32	4114.32	4114.32	4108.32	10.39	4
4b	Agua sin color, sin olor, capa muy ligera de sólidos sedimentables.	144.57	159.26	150.41	151.41	7.40	8
8f	Agua con ligero tono café, olor característico a azúcar, con sólidos sedimentables y suspendidos.	3694.7	4070.08	3716.6	<b>3827.3</b>	210.69	2563
9	Agua color amarillento, ligero olor a azúcar, con pequeñas cantidades de sólidos suspendidos.	1124.48	1128.12	1039.64	<b>1097.41</b>	50.07	30
11	Agua color amarillento, ligero olor a azúcar, con pequeñas cantidades de sólidos suspendidos.	1083.88	1172.36	1172.36	<b>1142.87</b>	51.08	280
Desc. Final	Turbia, con olor a azúcar, presenta sólidos sedimentables y suspendidos.	8936.48	9024.96	8892.24	<b>8951.23</b>	67.58	

## ANEXO 4

# MANUAL AZUCARERO MEXICANO 1990

TRIGÉSIMA TERCERA EDICIÓN

CONSEJO EDITORIAL:

PRESIDENTE

JOAQUIN REDO Y VIDAL SOLER

VOCALES

VICTOR PEREA COBOS

FRANCISCO RIVERA RUIZ

GUSTAVO VILLA CECIAS

SERGIO VILLA GODOY

EDITOR:

L. C. P. ALEJANDRA MARIA VILLA CARRANDI

IMPRESION EN LASER:

INGENIERIA, INFORMATICA Y GESTION, S.A. DE C.V.

EDITADO POR:

CIA. EDITORA DEL MANUAL AZUCARERO, S.A.

DERECHOS RESERVADOS POR:

CIA. EDITORA DEL MANUAL AZUCARERO, S.A.

RIO NIÁGARA N° 11 COL. CUAUHEMOC

06500 MEXICO, D.F.

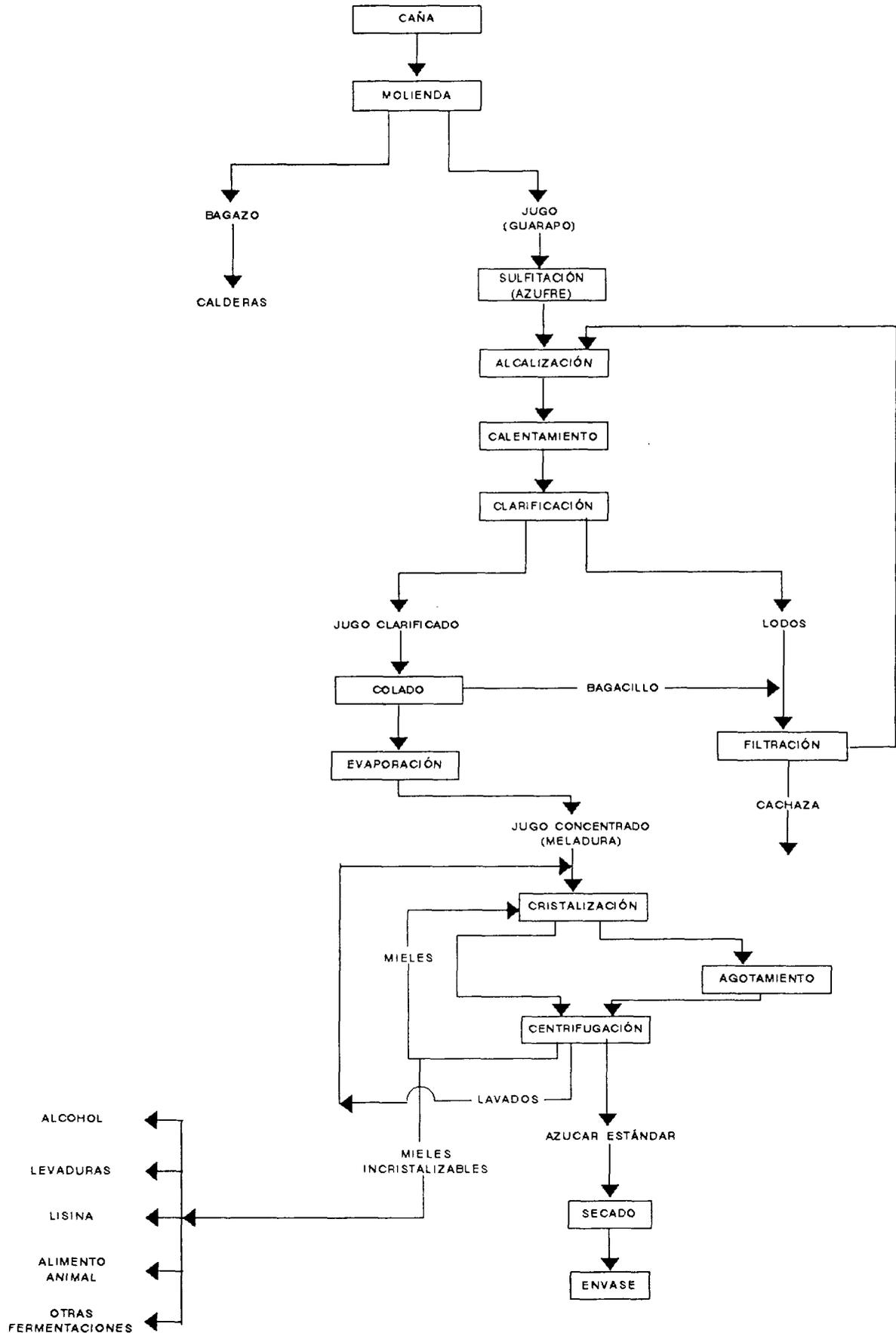
TEL. 533-30-40 AL 49



- 1.- AARON SAENZ "Xicotencatl" Tamaulipas
- 2.- ADOLFO LOPEZ MATEOS-Oaxaca
- 3.- ALIANZA POPULAR-San Luis Potosi
- 4.- ALVARO OBREGON-Quintana Roo
- 5.- ATENCINGO-Puebla
- 6.- BELISARIO DOMINGUEZ-Chiapas
- 7.- BELLAVISTA-Jalisco
- 8.- CALIPAM-Puebla
- 9.- CASASANO-Morelos
- 10.- CENTRAL PROGRESO-Veracruz
- 11.- CONSTANCIA-Veracruz
- 12.- CUATOTOLAPAM-Veracruz
- 13.- DOS PATRIAS-Tabasco
- 14.- EL CARMEN-Veracruz
- 15.- EL DORADO-Sinaloa
- 16.- EL HIGO-Veracruz
- 17.- EL MANTE-Tamaulipas
- 18.- EL MODELO-Veracruz
- 19.- EL MOLINO-Nayarit
- 20.- EL POTRERO-Veracruz
- 21.- EL REFUGIO-Oaxaca
- 22.- EMILIANO ZAPATA-Morelos
- 23.- HERMENEGILDO GALEANA-Tabasco
- 24.- INDEPENDENCIA-Veracruz
- 25.- JOSE MARIA MARTINEZ "Tala"-Jalisco
- 26.- JOSE MARIA MORELOS-Jalisco
- 27.- LA CONCEPCION-Veracruz
- 28.- LA GLORIA-Veracruz
- 29.- LA JOYA-Campeche
- 30.- LA MARGARITA-Oaxaca
- 31.- LA PRIMAVERA-Sinaloa
- 32.- LA PROVIDENCIA-Veracruz
- 33.- LA PURISIMA-Jalisco
- 34.- LAZARO CARDENAS-Michoacán
- 35.- LOS MOCHIS-Sinaloa
- 36.- MAHUIXTLAN-Veracruz
- 37.- MELCHOR OCAMPO-Jalisco
- 38.- MOTZORONGO-Veracruz
- 39.- OACALCO-Morelos
- 40.- PEDERNALES-Michoacán
- 41.- PLAN DE AYALA-San Luis Potosi
- 42.- PLAN DE SAN LUIS-San Luis Potosi
- 43.- PONCIANO ARRIAGA-San Luis Potosi
- 44.- PRESIDENTE BENITO JUAREZ-Tabasco
- 45.- PRESIDENTE JOSE LOPEZ PORTILLO-Oaxaca
- 46.- PUGA-Nayarit
- 47.- PUJLITIC-Chiapas
- 48.- PURUARAN-Michoacán
- 49.- QUESERIA-Colima
- 50.- ROSALES-Sinaloa
- 51.- SAN CRISTOBAL-Veracruz
- 52.- SAN FRANCISCO AMECA-Jalisco
- 53.- SAN FRANCISCO EL NARANJAL-Veracruz
- 54.- SAN GABRIEL-Veracruz
- 55.- SAN JOSE DE ABAJO-Veracruz
- 56.- SAN MIGUELITO-Veracruz
- 57.- SAN NICOLAS-Veracruz
- 58.- SAN PEDRO-Veracruz
- 59.- SAN SEBASTIAN-Michoacán
- 60.- SANTA CLARA-Michoacán
- 61.- SANTA ROSALIA-Tabasco
- 62.- SANTO DOMINGO-Oaxaca
- 63.- TAMAZULA-Jalisco
- 64.- TRES VALLES-Veracruz
- 65.- ZAPOAPITA-Veracruz

Ingenios azucareros de la  
 república Mexicana que  
 trabajaron en la zafra  
**1988/89**

# DIAGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE AZÚCAR EN INGENIO AMECA



# INGENIO SAN FRANCISCO AMECA

## ESTADO DE JALISCO

MUNICIPIO: Ameca.

CAPACIDAD: 5,500 tons. caña/24 hrs.

### CONSEJO DE ADMINISTRACION:

Director Corporativo: Dr. José Pinto Mazal.  
 Director General: Ing. Alfonso Gunter González.  
 Gerente General: Ing. José Antonio Martínez

Partida.

### PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO:

Superintendente General de Campo: Ing. J. Angel Dueñas Nuñez.  
 Superintendente de Elaboración: Ing. J. Jesús Cueto Delgado.  
 Superintendente de Electricidad: Ing. Alfonso Alvarez Barocio.  
 Superintendente de Calderas: Ing. Emilio L. Ramírez Mora.  
 Jefe de Laboratorio Químico de Fábrica: Ing. Francisco López Fierros.  
 Jefe de Laboratorio Químico de Campo: Ing. Felipe Fernández Acosta.  
 Jefe de Maquinaria: Ing. Guillermo Martínez Ruíz.  
 Jefe de Presupuestos: Sr. Arturo Vaquera Rivas.  
 Jefe de Comercialización: Sr. Pedro Casillas Ramírez.  
 Jefe Depto. de Crédito a Cañeros: Sr. Luis Fausto Flores.  
 Jefe del Depto. de Operación de Campo: Ing. Antonio López Alonso.  
 Jefe del Depto. Técnico de Campo: Ing. Hilarion Guardado Pezqueda.  
 Jefe de Informática: Lic. Martín Jiménez Carrillo.  
 Jefe de Almacén General: Sr. J. Luis López García.  
 Jefe de Personal: Sr. Mario Alberto Cruz Díaz.  
 Contador General: C.P. Roberto Jiménez Flores.

OFICINAS GENERALES EN MEXICO, D.F.- Fomento Azucarero del Centro, S.A. de C.V. Ruben Darío No. 69, Col. Chapultepec Morales, Deleg. Miguel Hidalgo. 11570 México, D.F. Jefe de Compras: Ing. Julio César Martínez Zamudio. Tels. y Fax 531-24-31 con 10 líneas.

COMUNICACIONES.- Por Ferrocarril del Pacífico, al Ramal Guadalajara Ameca, con estación de embarque en Ameca, Jal. y por la carretera a Guadalajara-Ameca-Puerto Vallarta. Dirección Postal y Telegráfica: Fomento Azucarero del Centro, S.A. de C.V. Ingenio San Francisco Ameca, Jalisco C.P. 46600 México. Tels: Gerencia General 8-01-70, Superintendencia General de Campo 8-11- 61, Superintendencia General de Fábrica 8-05-71, Relaciones Industriales 8-01-67, Contabilidad 8-08-00, Presupuestos 8-00-15, Depto. de Sistemas 8-21-71, Telefax 8-09-00. Lada 91-375. Se dispone de equipo de radiocomunicación.

ABASTECIMIENTO DE CAÑA.- La materia prima proviene de los ejidos: Ameca, Arroyo Hondo, El Cuis, Jayamitla, La Higuera, Pta. de la Vega, San Miguel, San Nicolás, La Calera, Los Pilares, San Martín, Villa Hermosa, Los Vergara, La Huerta de San Javier, San Jacinto, Santa Cruz, El Tepchuaje, Lázaro Cárdenas, Los Guerreros, San Isidro Palo Verde, Caimanero, La Esperanza, Labor de Solis, San Ignacio, San Antonio, El Cabezón, La Vega, Agua Caliente, Trapiche de Labra, El Salitre, La Estanzuela, Camichines, Labor de Medina, Colonia Agrícola Estipac, Crucero de Sta. María, Estipac, La Saucedá, San Joaquín, San Jacinto, Tateposco, Sta. María Atotonilco, El Bayo y Cocula. La producción correspondiente en un 93% a ejidatarios y un 7% a pequeños propietarios.

EQUIPO DE TRANSPORTE.- Para el transporte de la caña al Ingenio se utilizan principalmente camiones con caja para sistema "chain net" de diversas capacidades y para cargar los camiones en el campo se cuenta con 22 cargadoras 3M de 685 kgs. de capacidad.

MANEJO DE CAÑA.- La recepción de la materia prima se realiza con una báscula para vehículos marca Toledo Electrónica, computarizada

con capacidad de 75 tons. con plataforma de 3.00 x 22.00 mts. El destare se efectúa con una báscula marca Toledo con capacidad de 53 tons. con plataforma de 3.05 x 15.00 mts. modificada con un sistema electrónico integrado al sistema de la báscula de recepción. La caña se recibe en bultos de 6 tons. aproximadamente, amarrados con cable de henequen y se descargan por medio de 2 grúas radiales autoestables marca Industrias Mirón de 6 tons. de capacidad teórica de 150 t.c.h., radio de acción máximo de 19.5 mts. de altura del brazo 16.50 mts. potencia del motor de 75 hp. a 900 r.p.m. Para alimentar a los 2 conductores de caña, se dispone de dos mesas de plataforma, inclinadas a 3° y 5°, de 6.85 mts. de ancho por 8.20 mts. de largo, con ocho hilos de cadena marca CYTSA S-102, accionadas por un motor eléctrico de 40 hp. a 1,750 r.p.m. con un reductor de velocidad de 40 hp. con relación de 26.13:1, provistas cada una con embrague neumático marca Airflex mod. 24 CB-500 y su freno. La caña se transporta al molino por medio de 2 conductores colineales de tablillas de acero de 7'-0" de ancho con 4 hilos de cadena marca Cytsa A-6100-K-2. El conductor No. 1 tiene 44 mts. de longitud entre ejes, es inclinado a 3° y está accionado con motor eléctrico de 75 hp., automatizado con variador de 75 hp. a 440 V.C.A. utilizando como señal el nivel de la carga del conductor de caña No. 2 por medio de un sensor ultrasónico. El conductor de caña No. 2 tiene 36 mts. de longitud entre ejes, es inclinado a 13° y está accionado con un motor eléctrico de 60 hp., automatizado con variador de frecuencia de 75 hp., a 440 V.C.A. utilizando como señal el nivel del Chute Donnelly por medio de un sensor capacitivo. La preparación de la caña se lleva a cabo con un juego de cuchillas y una desfibradora Unigrator. El primero tiene 44 cuchillas dentadas, ajustado a 15" sobre el conductor No. 1, gira a 600 r.p.m. en contra del flujo de la caña y está accionado por una turbina Elliott tipo 2CYRT de 700 hp. a 3600 r.p.m. con reductor de velocidad marca Philadelphia de 460 hp. a 4500 r.p.m. con relación de velocidad 6.0:1, la desfibradora del tipo Unigrator Modelo Mark-IV de 78" de diámetro y 56 martillos estilo I con pastilla intercambiable Dua Block de tungsteno, ajustada a 6" del conductor No. 1, gira a 750 r.p.m. en contra del flujo de caña y está accionado por una turbina marca Elliott tipo 2 DYR-PG de 1,350 hp. a 3,915 r.p.m. con reductor de velocidad marca Lufkin de 1,350 hp. a 4,200 r.p.m., con relación de velocidad de 5.22:1.

**EQUIPO DE MOLIENDA.**- El tándem de molinos está compuesto por 5 unidades de virgenes inclinadas 15°, tipo Fulton, fabricadas por Fhasa. Los molinos tienen mazas superiores con diámetro de 39"

x 69" de longitud y rayados de 2" x 40° en los molinos 4 y 5 las mazas cañeras con diámetros de 39" x 69" de longitud y rayados de 2" x 40°. en los 5 molinos, las mazas bagaceras con diámetro de 39 1/2" x 69" de longitud y rayados de 2" x 40°. en los molinos 1, 2 y 3 y de 1" x 40°. en los molinos 4 y 5. El primer molino está accionado por una turbina marca Elliott tipo 2 DYR-PGD 1,100 hp. a 4,500 r.p.m. y giro C.C.W., a través de un reductor de alta velocidad marca Lufkin de 700 hp. a 4,500/1,445 r.p.m. y un reductor de baja velocidad marca Lufkin de 700 hp. a 1,445/112 r.p.m. y una transmisión abierta de engranes rectos con relación total 14.15:1., está provisto de embrague neumático Airflex tamaño 24CB-500, entre reductores de alta y baja velocidad. Los molinos 2o. y 3o. son accionados individualmente por turbinas de vapor marca Turbodine Murray respectivamente de 1,000 hp. a 4,500 r.p.m. y giro CW, los molinos 4o. y 5o. son accionados individualmente por turbinas de vapor marca Terry Coppus de 700 hp. y 1,000 hp. respectivamente a 4,500 r.p.m. giro CW, estos cuatro molinos se mueven a través de reductores de alta velocidad marca Farrell modelo DR-39 de 885 hp. con relación de velocidad de 18.849:1 y reductores de baja velocidad marca Farrell modelo DRB-4571 de 885 hp. con relación de velocidad de 34.47:1, están provistos de un embrague neumático Wichita tamaño ATD 327 entre reductor de alta y baja velocidad. Se cuenta con un conductor con banda de hule accionado por un motor eléctrico y un reductor de 7.5 hp. a través de una transmisión de bandas "V" para obtener una velocidad lineal de 300'/min. sobre este conductor se encuentra instalado un electro-iman suspendido marca: Eriez modelo: SE-2400 de 84" y 15,000 watts. Para alimentar el primer molino se dispone de un Chute Donnelly inclinado a 15°. y está provisto de un sensor capacitivo para nivel. Los conductores intermedios son tipo 3 ejes, con tablillas de acero y 3 hilos de cadena marca Cytsa 907E-51 tienen instalados rodillos para alimentación forzada del tipo dentado con un diámetro exterior de 35" por 69" de longitud para el molino No. 1 y de 31" de diámetro por 66 1/2", para los molinos 2, 3, 4 y 5. Para la lubricación de las chumaceras de las mazas, la transmisión abierta del primer molino y conductores intermedios se utiliza un sistema de lubricación centralizado, con bomba Farval modelo DC-42-9D y una bomba neumática Alemite de repuesto. El sistema de presión hidráulica para las mazas superiores del molino se compone de una motobomba Edwards-Schob de 3 g.p.m. y motor eléctrico de 10 hp. para 6,000 psig. además 10 acumuladores hidráulicos Edwards de 10 galones de capacidad y un tablero centralizado de operación. El primer colado del jugo se efectúa a través de un tamiz con 30 perforaciones por pulgada<sup>2</sup> de 3mm de

diámetro con barrotos de madera transportadores que descargan el bagacillo por medio de un transportador helicoidal a la entrada del 1o. y 2o. molino, el 2o. colado de jugo lo realizan 2 coladores del tipo DSM. instalados en paralelo. Se utiliza la imbibición compuesta con agua caliente a 90°C en una proporción del 200% respecto de la fibra de la caña. El equipo de bombeo de molinos está compuesto por 3 bombas centrífugas de 600 g.p.m. con motor de 30 hp. a 1750 r.p.m. para la imbibición compuesta de los molinos 3, 4 y 5, 2 bombas centrífugas de 1,200 g.p.m. con motor de 75 hp. a 1750 r.p.m. para jugo mezclado coladores D.S.M., dos bombas centrífugas de 1400 g.p.m. con motor de 125 hp. a 1750 r.p.m. para jugo mezclado el motor de 125 hp. a 1,750 r.p.m. para jugo mezclado a proceso y dos bombas centrífugas de 600 g.p.m. con motor de 20 hp. a 1750 r.p.m. para agua de imbibición.

**PLANTA DE VAPOR.-** Está compuesta por cinco calderas acuotubulares asignadas con los Nos. 1, 4, 8, 9 y 10, acondicionadas para quemar bagazo y combustóleo No. 6. Caldera No. 1 marca Babcock & Wilcox de tubos rectos y un domo, superficie de calefacción 1971.7 m<sup>2</sup>, presión de diseño 21 kgs/cm<sup>2</sup>, presión máxima de operación 18 kgs./cm<sup>2</sup> capacidad nominal 40,834 kg/hr., temperatura de vapor 235°C, consta de 3 hornos para quemar bagazo de tipo ciclónico, tiene ventilador tiro inducido tipo centrífugo aletas hacia adelante, movido por un motor eléctrico de 200 hp. 600 r.p.m. este último se acopla a una chimenea de concreto de 48 mts. de altura y 2 mts. de diámetro en la corona, además tiene instalado un ventilador tiro forzado a hornos y caja de aire de quemadores, del tipo centrífugo aletas hacia atrás movido con un motor eléctrico de 60 hp. y 1150 r.p.m. dos quemadores para combustóleo de la marca Riva, S.A. de C.V. Caldera No. 4, marca Babcock & Wilcox de tubos rectos y un domo transversal, superficie de calefacción 1,433.75 m<sup>2</sup> presión de diseño 21 kg/cm<sup>2</sup>, presión máxima de operación 18 kg/cm<sup>2</sup>, capacidad nominal 31,760 kg/cm<sup>2</sup>, temperatura de vapor sobrecalentado a 240°C, consta de tres hornos para quemar bagazo del tipo ciclónico y dos quemadores para combustóleo de la marca Riva, S.A. de C.V. y está acondicionada con un precalentador de aire de fabricación nacional de Fluxerfa, S.A. 178 de 0.05715 mts. de diámetro, con una superficie de calefacción de 410 m<sup>2</sup>, cuenta con un ventilador tiro inducido de la marca Armeec tipo centrífugo aletas hacia atrás, movido por un motor eléctrico de 100 hp. a 1750 r.p.m. y accionado por poleas y bandas trapezoidales con relación de 2.2:1 conectado éste a una chimenea metálica de una altura de 30 mts. y 1.90 de diámetro en la corona, cuenta además con un ventilador tiro forzado que proporciona aire a hornos y caja de aire

a quemadores también de la marca Armeec accionado también por motor eléctrico a través de poleas y bandas trapezoidales con relación de 1.25:1. Caldera No. 8, marca Babcock & Wilcox, de tubos rectos y cuatro domos presión de diseño 18 kg/cm<sup>2</sup> con una superficie de calefacción de 974.077 m<sup>2</sup> para vapor saturado tiene instalado 2 hornos para quemar bagazo del tipo ciclónico y 2 quemadores de marca Riva, S.A. de C.V., tiene instalado un ventilador tiro inducido centrífugo aletas hacia atrás marca Armeec accionado directamente por una turbina de vapor marca Elliott de 324 hp. 1000 r.p.m. Este ventilador está conectado a una chimenea metálica de 30 mts. de altura y 1.90 de diámetro de corona, cuenta además con tres ventiladores para tiro forzado de fabricación nacional tipo centrífugo aletas hacia adelante movido c/u con motores eléctricos de 15 hp. y 1,750 r.p.m. a través de poleas y bandas trapezoidales con relación de 1.45:1 se utiliza un ventilador para celda de bagazo y uno para caja de aire de quemadores de combustóleo. Caldera No. 9, marca Babcock & Wilcox es de tubos curvos y dos domos, cuenta con paredes de agua, presión de diseño 26.4 kg/cm<sup>2</sup>, presión máxima de operación 21 kg/cm<sup>2</sup>, superficie de calefacción 2,186.56 m<sup>2</sup>, capacidad nominal de 68,058 kg/hr. a una temperatura de vapor de 260°C tiene instalado cuatro celdas, para quemar bagazo del tipo ciclónico con aire secundario en parrillas y 4 quemadores para quemar combustóleo: cuenta con un precalentador de aire de 0.0635 mts. de diámetro x 5.30 mts. de longitud con una superficie calórica de 1,004 m<sup>2</sup> cuenta además, con un ventilador tiro inducido centrífugo aletas hacia adelante movido con una tubería de vapor marca Dean-Hill de 375 hp. y 4000 r.p.m. para presión de 125 psig y giro en un reductor de la marca Lufkin, modelo N.M. 128-6 de 700 hp. con relación de 3.11:1, éste ventilador está acoplado a una chimenea metálica de 30 mts. de longitud y 2.88 mts. de diámetro en la corona, también cuenta con un ventilador tiro forzado para proporcionar aire a 4 calderas de bagazo y caja de aire de quemadores, éste es del tipo centrífugo aletas hacia atrás accionado en un extremo por una turbina de vapor de la marca Elliott de 150 hp. y 4000 r.p.m. del tipo Byrt y una relación de 4:1 y por el otro extremo un motor de 150 hp. y 1,200 r.p.m. Caldera No. 10 marca Dallas Boiler de tubos curvos y dos domos, presión de diseño 26.3 kg/cm<sup>2</sup>, presión de trabajo 21 kg/cm<sup>2</sup> paredes de agua, superficie de calefacción 2214 m<sup>2</sup>, temperatura de vapor 260°C, el horno es del tipo ciclónico, cuatro celdas para quemar bagazo y 4 quemadores de la marca Riva, S.A. de C.V. tiene un ventilador tiro inducido del tipo centrífugo aletas hacia adelante, movido por una turbina marca Elliott tipo Byrt de 400 hp y 4000 r.p.m. a través de un reductor marca Philadelphia con relación de 4:1 éste

ventilador está conectado a una chimenea de concreto de 55 mts. de altura y 3 mts. de diámetro de corona, también cuenta con precalentador de aire 2,114 m<sup>2</sup> de superficie calórica y un ventilador tiro forzado tipo centrífugo aletas hacia atrás accionado en un extremo por una turbina Elliott de 235 hp y 1200 r.p.m. que proporciona aire a celdas y caja de aire y por el otro extremo un motor eléctrico de 150 hp. y 1,200 r.p.m. El combustóleo se acondiciona en dos intercambiadores de calor y se inyecta por medio de dos bombas de engranes de la marca Riva, S.A. de C.V., de 30 r.p.m., tamaño 4600-15 accionadas con motores eléctricos de 15 hp 1750 r.p.m. El bagazo que proviene de los molinos se maneja con 3 transportadores del tipo tablillas verticales, con cadena Link-Belt 2184 A 42/2C, para distribuirlo en las calderas, los equipos motrices de estos transportadores están compuestos por motor y reductor y transmisión de 30, 25 y 60 hp respectivamente, el retorno del bagazo se hace con un transportador del mismo tipo que en anteriores que alimentan el No. 3 el motor y reductor para su accionamiento es de 40 hp, en calderas 9 y 10 tienen 2 transportadores auxiliares cada una para alimentar las celdas de los hornos, las de la primera son de tablillas verticales con equipo motriz de 75 hp y poleas trapezoidales, los de la segunda son helicoidales con motor y reductor de 10 hp. El agua de alimentación a calderas proviene en un 100% de condensados, se cuenta además con una planta de tratamiento incompleta marca Diaztor de 56.775 ton/hr. Las calderas se alimentan por medio de 2 bombas centrífugas tipo Mc 100/3ST marca Sulzer accionada una con motor eléctrico de 250 hp a 3600 r.p.m. y la otra con una turbina de vapor marca Skinner de 235 hp a 3600 r.p.m.

**PLANTA ELECTRICA.-** Para la generación de energía eléctrica en el Ingenio se dispone de 2 turbogeneradores: uno General Electric de acoplamiento directo con capacidad de generación de 1,500 kw, 2,010 hp. 2,143 kv. a 480 volts 60 hz 2.578 amps. otro turbogenerador marca Technocommerz, turbina de vapor tipo SG49/4/0, reductor con engranaje de ruedas rectas (oblicua doble), generador Elin tipo DTC 63CO4P, 3,750 kva. 3,000 kw tensión 4,160 volts 520 amps. FP 0.8, 1,800 r.p.m. Un transformador de 4160 volts. Un transformador Prolec de 2,000 kva. 23000/480/227 volts para respaldo con la C.F.E. capaz de absorber el 50% de la carga total. Los 2 turbogeneradores cuentan con un tablero de control y protección, con una mensula para sincronización.

**CLARIFICACION.-** Un tanque alcalizado vertical, con capacidad de 45,000 lts. un calentador

para jugo mezclado de 300 lts. de calefacción que calienta con vapores del jugo mezclado del evaporador A, 2 tanques de lechada de cal de 5,600 lts. c/u, un precalentador para jugo alcalizado de 300 mts<sup>2</sup> de superficie de calefacción, 6 calentadores para guarapo, 2 de 1,240' cuadrados de superficie de calefacción c/u. y 4 de 2,400' cuadrados y su superficie de calefacción, se utilizan únicamente los 4 últimos, los 2 primeros son para el primer calentamiento y los 2 restantes para el segundo calentamiento, los 2 de 1,240' cuadrados de superficie de calefacción se usan como relevo cuando se hacen las limpiezas, el 1er calentamiento se hace con vapores del 1er efecto del evaporador y el 2 calentamiento con vapor de escape, 2 bombas de 1,500 g.p.m. c/u y 200' de cabeza para jugo alcalizado de 150 hp c/u. 3 clarificadores con las siguientes características: No. 1 de 6.70 mts. de diámetro tipo Rapi-Dorr, de 5 compartimientos con 220,000 lts. de capacidad Industrias Mirón, No. 2, 11 mts. de diámetro marca Eysa con una capacidad de 692,000 lts. No. 3 de 792 mts. de diámetro tipo Rapi-Dorr marca ICMISA con una capacidad de 320,000 lts. 3 filtros rotativos al vacío, para cachaza No. 1 GYP, de 10' x 20', No. 2 Dorr Oliver de 10' x 16', No. 3 Dorr Oliver de 10' x 20'.

**EVAPORACION.-** Un precalentador de jugo claro de 300 mts<sup>2</sup> de superficie de calefacción. 2 cuádruples No. 1, con las siguientes especificaciones: efecto No. 1, de 13,000' cuadrados de superficie de calefacción de 4.56 mts. de diámetro efectos Nos. 2, 3 y 4 de 10,000' cuadrados de superficie de calefacción c/u. de 4.56 mts. de diámetro con extracciones de vapor del 1er. efecto para 1er. calentamiento de guarapo en calentadores, cuádruples No. 2 con las siguientes especificaciones: Efecto No. 1 de 15,000' cuadrados de superficie de calefacción de 4.11 mts. de diámetro efectos No. 2, 3 y 4 de 10,000' cuadrados de superficie de calefacción c/u. de 3.66 mts. de diámetro con extracción de vapor de 1er efecto, para el 1er calentamiento de guarapo en calentadores. Un pre-evaporador de 20,000' cuadrados de superficie de calefacción, preevaporador y cuádruple No. 1 con control automático de nivel. Se cuenta con el equipo necesario para clarificar meladura que consiste en lo siguiente: Un tanque receptor de meladura sin clarificar con capacidad de 50,000 lts. 2 tanques de reacción de 2 metros de diámetro por 3 metros de altura, un aereador a presión de 1.60 mts. de diámetro por 4 metros de largo, 2 clarificadores de 5.85 mts. de diámetro por 2 metros de altura y un tanque receptor de meladura clarificada de 100,000 lts. de capacidad.

**TACHOS.-** 9 tachos de calandria: No. 1 de 1,137 cúbicos de superficie de trabajo y 1,930' cuadrados de

superficie de calefacción No. 2 1,046' cúbicos de superficie de trabajo 1,878' cuadrados de superficie de calefacción No. 3, 2,400' cúbicos de superficie de trabajo y 4,300' cuadrados de superficie de calefacción, No. 4 1,379' cúbicos de superficie de trabajo y 3,026' cuadrados de superficie de calefacción. No. 5, 2,541' cúbicos de superficie de trabajo y 4,687' cuadrados de superficie de calefacción No. 6, 1,507' cúbicos de superficie de trabajo y 2,892' cuadrados de superficie de calefacción No. 7 automático 1,460' cúbicos de superficie de trabajo y 2,628' cuadrados de superficie de calefacción. No. 8, 2,541' cúbicos de superficie de trabajo y 4,687' cuadrados de superficie de calefacción. Tacho No. 9 de 1,497' cúbicos de superficie de trabajo y 3,238' cuadrados de superficie de calefacción. Dos graneros cilíndricos horizontales, con una capacidad de 1,900' cúbicos c/u el 1o. para grano de "B" y el 2o. para grano de "C", 2 semilleros de 788' cúbicos para azúcar de "C".

#### EQUIPO DE CONDENSACION Y VACIO.-

Los tachos y evaporadores están equipados con condensadores individuales de contracorriente tipo cascada. El cuádruple efecto opera con bomba de vacío Nash de 40 hp. Los tachos operan con una bomba de vacío c/u. Sihi, de 25 hp. para el abastecimiento de agua a la fábrica se toma del río Ameca y es inyectada a los condensadores por 5 bombas de las siguientes características: 2 Allis Chalmers de 15,140 l.p.m. c/u accionadas por motores eléctricos Allis-Chalmers de 125 hp. una Worthington de 22,712 l.p.m. movido por un motor electrónico de 150 hp. 1 Worthington de 30,290 l.p.m. movido por motor electrónico de 300 hp. y una bomba (Okuisen) de 8,000 g.p.m. con motor de 350 hp. 2 portatemplas para masa de "A" de 32,083 lts. de capacidad c/u en forma de "U" con agitación por medio de aspas, 4 portatemplas de "B" de 32,016 lts. de capacidad c/u en forma de "U" con agitación por medio de aspas, motorreductores de 10 hp. 5 portatemplas para masa "C" tipo "U", con agitación por medio de discos, enfriamiento, con una capacidad de 32,016 lts. c/u. 2 cristalizadores abiertos en forma de "U" con capacidad de 36,095 lts. c/u con elementos enfriadores estacionarios. Un cristalizador vertical Cristachurn, con capacidad de 110,000 lts. para masa de "C" dotado de sistema de enfriamiento de masa "C". Se cuenta con sistema de enfriamiento del agua a condensadores de tachos y evaporadores que consiste en: Un estanque de 58.50 mts. de ancho, por 100 mts. de largo, 312 boquillas con un gasto de 60 g.p.m.

**CENTRIFUGAS.-** Para templas de "A" una batería de 7 centrifugas automáticas Broadbent, de 48' x 30', con capacidad de 13.74' cúbicos de masa carga para masa "B" una batería de 5 centrifugas

automáticas Broadbent, de 48' x 30' con capacidad de 13.74' cúbicos masa/carga, para masa de "C" una batería de 2 centrifugas continuas Broadbent con capacidad de 8 a 12 Tons. c/u. Hay una batería de 4 centrifugas contínuas para masa "C" con las siguientes características: 3 Silver, de 28" x 30" purgan 4.5 tons/hr c/u. un mezclador tipo Chinchilla Varona para masa "C" con chaqueta para circular agua caliente para recalentamiento de la masa para su purgado.

**SECADO Y ENVASE.-** Un secador para azúcar Povel tipo Roto-Louvre de 25 tons/hr de 3.00 x 12.70 mts. Una báscula automática Mantro Parsons Toledo de 370 sacos/hr. y cinco máquinas cosedoras de sacos.

**ALMACENAMIENTO DE AZUCAR.-** Dos bodegas con capacidad total de 35,000 tons. de azúcar.

**TANQUES PARA MIELES.-** Dos tanques para mieles finales con capacidad total de 2'873,819 lts.

**TANQUES PARA PETROLEO.-** Un tanque de almacenamiento y dos tanques de día, con una capacidad total de 1'222,666 lts.

**EDIFICIOS.-** Los edificios principales son de mampostería estructurada de acero y madera, techos de lámina de zinc y asbesto. La superficie total del terreno de la fábrica es de 63,070 mts.

**MISCELANEOS.-** Los resultados de las 5 zafras anteriores son los siguientes:

AÑO	Caña Molida Tons.	Tons. Caña por Ha.	Días Efect. Mol.	% Rend. en Fab.	Produc. Azúcar Tons.
1990	591,649	75.3	116	10.68	63,087
1991	679,052	84.4	131	11.41	77,500
1992	515,299	86.6	106	10.88	56,090
1993	624,330	71.9	118	11.36	70,941
1994	522,462	70.3	127	11.31	59,094

#### RESUMEN DE INFORMES FINALES DE CORRIDA

ZAFRA 1995	
Fecha de iniciación de la zafra:	Diciembre 26 de 1994
Fecha de terminación de la zafra:	Junio 17 de 1995
Número de días de zafra .....	173
Toneladas de caña molida .....	716,068
Toneladas de caña molida por hora .....	229.038
Tiempo perdido % tiempo total .....	24.70

Kgrs. de miel final a 85°Bx. por	
Ton. de caña .....	53.073
Extracción molino: Jugo absoluto .....	83.16
Extracción molino: Sacarosa %	
Sacarosa en caña .....	94.68
Imbibición % de caña .....	26.60
Tons. de azúcar producida .....	84,825
Tipo de azúcar producida y Pol.	
Estandar .....	99.71
Azúcar producida % de caña .....	11.846
Lts. de petróleo por tonelada de caña .....	10.581

**DATOS ANALITICOS:**

**CAÑA:**

Fibra .....	12.00
Sacarosa .....	14.78

**JUGO DE LA DESMENUZADORA:**

Brix .....	20.61
% Sacarosa .....	17.15
Pureza .....	83.21

**JUGO MEZCLADO:**

Brix .....	17.63
% Sacarosa .....	13.94
Pureza .....	79.06

**BAGAZO:**

% Fibra .....	45.77
% Humedad .....	50.30
% Sacarosa .....	3.00

**MIEL FINAL:**

Brix .....	84.47
% Sacarosa .....	33.84
Pureza .....	40.06

**BALANCE DE SACAROSA:**

Pérdidas: Bagazo .....	0.787
Pérdidas: Miel Final .....	1.816
Pérdidas: Cachaza .....	0.148
Pérdidas: Indeterminadas .....	0.210
Pérdidas: Totales .....	2.960
Azúcar producido (Sacarosa) .....	11.820
Sacarosa en caña .....	14.780

**INFORMACION AGPICOLA:**

**VARIETADES DE CAÑA.-** Se cultivaron las variedades: L-60-14, 2,748-95, has. 30.0%, Mex 69-290, 2,449.20 has. 27.0%, Mex. 57-473, 2,348-85 has. 26.0%, CP 72-2086, 639-90 has. 7.0%, Mex. 80-1410, 818-15 has. 9.0%, CP 74-2005, 66-20 has. 1.0% y Varias 113-75 has. 1.0%. En una superficie de 9,185-00 has.

**COMBATE DE PLAGAS.-** Se manifiesta la presencia de plagas de la caña de azúcar, dentro de la zona de abastecimiento de este Ingenio, gusano barrenador del tallo, gusanos defoliadores, pulgón, gallina ciega, mosca pinta tuza, rata de campo y maleza, afortunadamente los niveles de infestación no constituyen un problema económico a excepción de esta última: los productos agroquímicos usados en su control fueron: Tantor, Nuvacron, Diurón Ametrina, Triazina, Esteres y Aminas.

**RIEGO.-** El total de la superficie en explotación se encuentra bajo riego, las fuentes de abastecimiento provienen de presas y bordos con una superficie de 6,972-30 has. que representa el 75.94% y 2,212.70 has. con un 24.09% que provienen de pozos profundos, para un total de 9,185-00 has.

**FERTILIZACION.-** Se efectúan dos aplicaciones de fertilizantes, la primera con 450 kgs. de Fórmula T-17 y la segunda con 400 kgs. de Urea por hectárea para el ciclo de Plantas y para el de Socas y Resocas en la primera aplicación 350 kgs. de Urea o bien 250 kgs. de Amoniaco Anhidro y para la segunda 250 kgs. de Urea por hectárea.

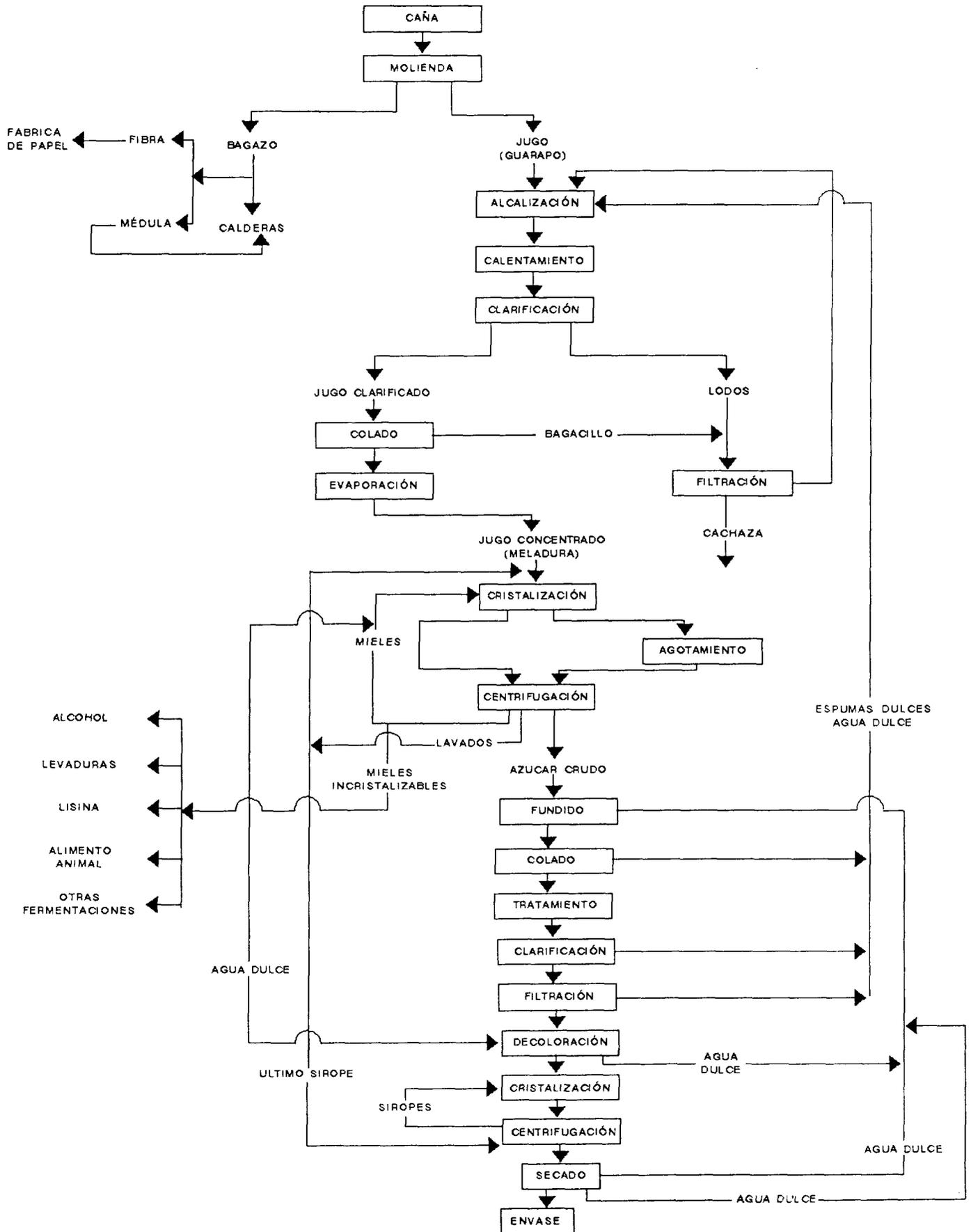
**PREPARACION DE LAS TIERRAS.-** Se efectúa en su totalidad, con maquinaria agrícola, empleándose para el caso, tractores con rodado neumático, las labores se inician el mes de octubre cuando las condiciones de humedad del suelo han dejado de constituir un problema.

**CULTIVO DE PLANTILLAS Y SOCAS.-** En el ciclo de plantillas, se efectúan en promedio 3 cultivos con tractor o tracción animal, 4 riegos, aplicación de herbicida en el 70% de la superficie y limpia manual en el resto, y fertilización mecánica y manual. En los ciclos de socas y resocas, las labores que normalmente se efectúan son: destronque, 3 riegos, 3 cultivos promedio en ambos casos, aplicación de herbicida en el 70% de la superficie y limpia manual del resto y fertilización mecánica y manual.

**CLASES DE TIERRAS.-** De origen aluvial, con topografía plana y ligeramente ondulada, drenaje superficial mediano, texturas mediana y pesadas, erosión leve pH. alcalino y de fertilidad mediana.

**CONDICIONES DEL LUGAR, LOCALIZACION DEL INGENIO.-** Con altura sobre el nivel del mar de 1,235 mts. temperatura media máxima de 34.6°C temperatura media anual de 22.0°C, y media mínima de 8.8°C con precipitación media anual de 774.0 mm.

# DIAGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE AZÚCAR REFINADA EN INGENIO EL POTRERO



## INGENIO EL POTRERO

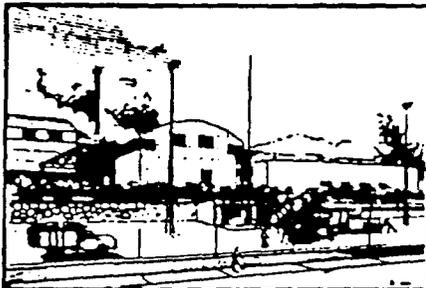
INGENIO EL POTRERO,  
S.A. DE C.V.

Administrado por:

XAFRA, S.A. DE C.V.

MUNICIP'IO:

Atoyac, Veracruz.



CAPACIDAD:

11,000 tons. caña/24 hs.  
1,400 tons. azúcar/24 hs.

## PERSONAL EJECUTIVO:

*Director General:* Sr. Ing. Sergio Melgarejo Chavez.  
*Director de Operaciones:* Sr. C.P. Nicolás Goroztieta Rivera.  
*Director de Finanzas:* Sr. C.P. Silvio Vazquez Caropressi.  
*Director de Recursos Humanos:* Sr. Lic. Sergio Hernández Barrón.  
*Director Técnico:* Sr. Dr. Isafas García Terrazas.  
*Director de Recursos Materiales:* Srita. Ing. Ma. de los Angeles Valdéz Mendoza.

## PERSONAL ADMINISTRATIVO Y TECNICO:

*Subgerente Admvo. y Financiero:* Sr. C.P. Fermín Cano Adame.  
*Superintendente de Maquinaria y Talleres:* Sr. Ing. Francisco J. Medina Quintos.  
*Superintendente de Fabricación:* Sr. Ing. Pablo León Zavaleta.  
*Superintendente General de Campo:* Sr. Ing. Licurgo Mares Salazar.  
*Superintendente de Mantenimiento:* Sr. Pedro Velázquez Gama.  
*Superintendente Químico:* Sr. Ing. Víctor Alvarado Sánchez.  
*Jefe Destilería y Planta Oasis:* Sr. Ing. Marcos Chávez Azuela.  
*Superintendente Molienda y Planta de Fuerza:* Sr. Ing. Tomás Fernández Tapia.  
*Jefe del Laboratorio Agrícola:* Sr. Ing. Alfonso Zúñiga Rojas.  
*Jefe de Siembras y Cultivos:* Sr. Ing. J. Antonio Ochoa Téllez.  
*Jefe de Cosecha:* Sr. Ing. Israel Gómez Juárez.  
*Jefe Técnico de Campo:* Sr. Raúl Balbuena Leyva.  
*Auditor Interno:* Sr. C.P. Francisco J. González Jarquín.  
*Gerente de Seguridad Industrial:* Sr. Dr. Guillermo F. Zermeno Ramírez.

*Jefe Depto. de Compras en Planta:* Sr. Javier Domínguez Lara.  
*Jefe Depto. de Tráfico:* Sr. Joaquín Morán Arcos.  
*Tesorero General:* Sr. Luis Miranda Herrera.  
*Jefe Prog. y Presupuesto:* Sr. C.P. José Fco. Tapia López.

## AUTORIDADES SINDICALES LOCALES:

*Srio. Gral. Secc.23 S.T.J.A.S.R.M.:* Sr. Artemio Vera Villarauz.

## AUTORIDADES CAÑERAS LOCALES:

*Srio. Gral. C.N.C. Local:* Sr. Rafael Díaz Pérez.  
*Srio. Gral. C.N.P.P. Local:* Sr. Luis Lozano Menéndez.

OFICINAS GENERALES EN MEXICO,  
D. F.- Newton N°286 - 8º piso. Col. Polanco CP 11560 Del. Miguel Hidalgo. México, D.F. Tel. 2-55-57-33, 2-55-53-79 y 2-03-09-87. Fax 5-45-40-21.

COMUNICACIONES.- El Ingenio se localiza a 20 kms. al noreste de la ciudad de Córdoba, Ver., se une a la carretera Nacional México-Córdoba-Veracruz, por 3 caminos uno de carretera y 2 de terracería transitables en cualquier época del año, en los puntos: acceso al Oasis, km. 346; acceso al poblado y Ex-Hacienda de La Concepción, km. 351; acceso Polvorón en la ciudad de Cuitláhuac, Ver. km. 362. Por ferrocarril con los Ferrocarriles Nacionales de México, División Mexicano, Vía Córdoba. Estación de embarque: Potrero, Ver. y escape propio al Ingenio. Dirección Postal y Telegráfica: Ingenio "El Potrero", S. A. Congregación General Miguel Alemán, Ver. (Antes Potrero, Ver.) C.P. 94965. Comunicación Telefónica: Lada 91-273 Nos. 5-03-11, 5-03-33, 5-03-00 y 5-03-44 de Congregación Gral. Miguel Alemán, Ver. (antes Potrero, Ver.) de la red de Teléfonos de México, S.A.

con mazas de 37-1/2" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 2" a 50°, gira a 8.10 r.p.m., relación 129.87:1. El molino N°2 es Fulton, vírgenes de acero fundido, tipo inclinado con mazas de 33" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 1-1/2" de paso a 50°, gira a 8.18 r.p.m., relación 128.606:1. Una turbina Murray de 1,500 hp que acciona los molinos N° 3, 4 y 5, la turbina tiene una velocidad máxima de operación de 4,500 r.p.m., tiene acoplado un reductor Falk tipo 515 PA, relación 6.40:1, para alta velocidad y transmisión de tren de engranes tipo abierto con relación 99.858:1, para los molinos N° 3 y 4 y relación 90.476:1 para el molino N° 5. El molino N°3 es Fulton, vírgenes de acero fundido, tipo inclinado, con mazas de 34" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 1-1/2" de paso a 50° gira a 7.04 r.p.m. El molino N°4 es Fulton, vírgenes de acero fundido, tipo inclinado, con mazas de 34-1/2" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 1-1/2" de paso a 50° gira a 7.04 r.p.m. El molino N°5 es Rho, vírgenes de acero estructural, tipo inclinado, con mazas de 35" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 1-1/2" de paso a 50° gira a 7.772 r.p.m. Una turbina Murray de 530 hp que acciona el molino N° 6, tiene acoplado un reductor para alta velocidad Falk, relación 13.13:1 y sistema de engranes, abiertos con relación de 53.014:1. El molino N°6 es Squire, vírgenes de acero fundido, tipo vertical, con mazas de 37-1/2" de diámetro x 66" de longitud, rayado de 1-1/2" de paso a 50° gira a 6.47 r.p.m. Los sistemas de presión Edwards con presiones desde 161.7 a 175.7 kgs./cm. cuadrado y sistemas de lubricación Farval automáticos. Todos los conductores intermedios con cadenas 907 E-51 y duelas de acero inoxidable, con clutches neumáticos. Todo el tándem se controla por medio de un tablero central completo Murray Iron Works. El tándem "B" está compuesto de 6 molinos Smith, vírgenes de acero fundido, tipo vertical, con mazas de 84" de longitud, movidos con turbina individual Murray de 900 hp a 4,000 r.p.m., con su reductor de alta velocidad ANGUS con relación 9.049:1 y tren de engranes tipo abierto con una relación de 57.18:1 giran a 7.73 r.p.m. El molino N° 1 tiene mazas de 41" de diámetro x 84" con rayado de 3" de paso a 45°. El molino N°2 tiene mazas de 41" de diámetro x 84" con rayado de 2" de paso a 45°. El molino N°3 tiene mazas de 38-1/2" de diámetro x 84" con rayado de 1-1/2" de paso a 50°. El molino N°4 tiene mazas de 39" de diámetro x 84" con rayado de 1-1/2" de paso a 50°. El molino N°5 tiene mazas de 39-1/2" de diámetro x 84" con rayado de 1-1/2" de paso a 50°. El molino N°6 tiene mazas de 40" de diámetro x 84" con rayado de 1-1/2" de paso a 50°. Los sistemas de presión son Edwards con presiones desde 161.7 a 175.76 kgs./cm. cuadrado y sistemas de lubricación Farval automáticos. Todos los conductores intermedios con cadenas 907 E-51 y duelas de acero inoxidable, con clutches neumáticos. Todo el tándem se controla por medio de un tablero central completo Murray Iron Works.

EQUIPO DE MEDICION DE MOLINOS.- Se

cuenta con 2 medidores magnéticos, Fisher and Porter: uno para tándem "A" con capacidad de 327 tons. métricas por hora y uno para el tándem "B" de 250 tons. métricas por hora. El agua de maceración es controlada por 2 rotámetros Fisher and Porter con placas de orificio: uno con capacidad de 88.5 tons./hr. y el otro con capacidad de 113.25 tons./hr.

PLANTA DE VAPOR.- Se compone de 8 calderas numeradas del 9 al 16 como sigue: Calderas 9, 10 y 11 Riley Stocker Co. tipo acuotubular, Sterling, de dos domos, de 60,000 lbs./hr. con hornos Spreader Stocker de diseño combustóleo-bagazo, con 4 quemadores auxiliares de petróleo, trabaja a una presión de régimen de 17.6 kgs./cm. cuadrado, al igual que los restantes. Caldera N° 12, Combustion Engineering tipo VU, acuotubular, de 100,000 lbs./hr. con diseño de hornos para quemar petróleo y bagazo. Calderas N° 13 y 14, Bigelow, de 200,000 lbs./hr. tipo acuotubular, de 2 domos, Sterling, con diseño de hornos para quemar bagazo y combustóleo con 4 quemadores auxiliares. Los hornos son tipo herradura. Las calderas 15 y 16 Bigelow, de 125,000 lbs./hr. La N°15, para quemar bagazo y petróleo con 5 quemadores auxiliares y la No. 16 para quemar petróleo exclusivamente, con 5 quemadores. Los ventiladores de tiro forzado son: Calderas 9, 10 y 11, 60 hp. 1,750 r.p.m. turbina Coppus. No. 12 de 40 hp. 1,250 r.p.m. turbina W.H. N°13 y 14, 284 hp. 1,475 r.p.m. turbina Terry N° 15, de 190 hp. 1,224 r.p.m. Caldera N° 16 de 100 hp. 991 r.p.m. turbina Terry. Los ventiladores de tiro inducido son: Calderas N° 9, 10 y 11 de 85 hp. 1,160 r.p.m. turbinas Coppus; Caldera N° 12 de 315 hp. 1,090 r.p.m. turbina Westinghouse; calderas N° 13 y 14 de 371 hp. 945 r.p.m. turbinas Terry; Caldera N° 15 de 425 hp. 890 r.p.m. turbina Terry y; Caldera N° 16 de 100 hp. 1,237 r.p.m. turbina Terry. La temperatura del vapor es de 500°F para todas. El sistema de bombas de agua de alimentación a calderas está compuesto de 6 bombas De Laval e Ingersoll Rand de 1,135 l.p.m. la N° 1, con 152.5 mts. de cabeza y las N° 4, 5 y 6 con 190.5 mts. La N°1 accionada por motor eléctrico de 75 hp. 3,550 r.p.m. la N° 4, por turbina W.H. de 100 hp. 3,550 r.p.m. y las 5 y 6 por turbinas Coppus de 150 hp. 3,600 r.p.m. c/u. Las bombas (N° 2 y 3) marca I.R. de 1,968 l.p.m. 190.5 mts. de cabeza accionadas por motor eléctrico de 150 hp. y 2 bombas (7 y 8) Byron Jackson de 4,540 l.p.m. 274.5 mts. de cabeza accionadas por turbinas Elliott de 350 hp. 3,600 r.p.m. Una planta de tratamiento de agua de 83 tons./hr. 2 plantas de calentamiento y bombeo de petróleo de 189.25 l.p.m. 16.66 kgs./cm. cuadrado y 120°C de temperatura del petróleo. Chimeneas: Las N° 9, 10 y 11 de 1.27 mts. de diámetro por 30 mts. de altura la N°12 de 1.37 mts. de diámetro por 30 mts. de altura las N° 13 y 14 de 1.30 mts. de diámetro por 13 mts. de altura y las N° 15 y 16 de 1.83 mts. de diámetro por 30 mts. de altura, todas metálicas. La planta de aire compuesta de 8 compresores de aire, el N° 1, Ingersoll Rand de 380' cúbicos/min. 100 hp. 2 unidades Chicago Pneumatic de 244' cúbicos/

min. 50 hp. 1 Jacuzzi igual a los Chicago, un Sutorbilt de 583' cúbicos/min. a 12 psig. 50 hp. Una unidad Ingersoll Rand de 625' cúbicos/min. con motor de 125 hp. Una unidad Ingersoll Rand de 225' cúbicos/min. de aire limpios (compresor no lubricado para instrumentos). Una unidad Atlas Copco de 771.9' cúbicos de aire (entrega efectiva, con motor de 200 hp.). Una unidad Ingersoll Rand de 45' cúbicos/min. con motor de 10 hp. para uso exclusivo de los filtros de carbón. Otra unidad Ingersoll Rand de 860' cúbicos/min. con motor de 200 hp.

**PLANTA ELECTRICA.** - Consta de 4 unidades turbogeneradores con las siguientes marcas y capacidades: Turbogenerador N° 1, Westinghouse de 2,500 kw. 3,125 k.v.a. y 3,600 r.p.m. Turbogenerador N° 2, General Electric 2,500 kw. 3,125 k.v.a. y 3,600 r.p.m. Turbogenerador N° 3, General Electric 2,500 kw. 3,125 k.v.a. 8,500 r.p.m. en turbina y 1,200 r.p.m. en generador, Turbogenerador N° 4, compuesto de turbina Acec y generador Acec de 2,500 kw. 3,125 k.v.a. 8,500 r.p.m. en turbina y 1,800 en generador. Todas las unidades pueden trabajar sincronizadas a una barra, con un voltaje de 2,400 Volts, 60 ciclos, 3 fases. El vapor vivo es de 235 psig. 500°F. Están controladas desde un tablero marca General Electric de tipo Metal Clad, de 17 secciones, con interruptores de aire Magne Blast de 150 m.v.a. de capacidad interruptiva y operación magnética. Durante la reparación se utiliza la interconexión con una línea de la C.F.E. y una subestación IEM de 1,500 k.v.a. 13.2/2.4 k.v.a. En tiempo de zafra se emplea la interconexión en caso de emergencia.

**CLARIFICACION.** - Una planta de alcalización continua, automática, marca Potrero, con 2 tanques alcalizadores de 50,000 lts. c/u.; un tanque de lechada de 4,254 lts. el pH se controla con un aparato Beckman automático. Los agitadores de los tanques son de 15 hp. 1,750 r.p.m. 4 bombas de jugo alcalizado. La No. 1 De Laval de 100 hp. 3,555 r.p.m. 4,542 l.p.m. 56 mts. de cabeza: las N° 2 y 4 F.M. de 200 hp. 1,780 r.p.m. 7,570 l.p.m. 85 mts. de cabeza; la No. 3 Allis-Chalmers de 150 hp. 3,560 r.p.m. 3,785 l.p.m. 105 mts. de cabeza. 8 calentadores de jugo, 4 primarios marca Potrero de 374.6 mts. cuadrados de superficie calórica. 4 calentadores secundarios: 3 marca Saint Mary Iron Works de 114 mts. cuadrados de superficie y un Potrero con 120.9 mts. cuadrados. El calentamiento se hace en 2 pasos y normalmente con 3 calentadores en cada paso, manteniendo uno en espera o limpieza. 4 clarificadores para jugo. 2 unidades Dorr Oliver, tipo 444, de 36' de diámetro 543,400 lts. de capacidad y superficie de sedimentación de 377.9 mts. cuadrados cada uno, respectivamente, otras 2 unidades Dorr Oliver, tipo Rapi-Dorr, una de 22' de diámetro 220,600 lts. 141 mts. cuadrados; y la otra de 36' de diámetro 589,700 lts. 377.9 mts. cuadrados. 3 bombas de jugo clarificado; 2 I.R. de 4,540 l.p.m. 60 hp. 1,770 r.p.m. 46 mts. de cabeza y una Alfredo Gutiérrez de 13,200 l.p.m. 125 hp. y 1,750

r.p.m. 26 mts. de cabeza. 4 coladores de jugo clarificado, Carter, cilíndricos horizontales, 100 mallas, 4.6 mts. cuadrados 3.3 r.p.m. del tambor, con motor de 1.5 hp. 1,800 r.p.m. 6 filtros para cachaza rotatorios; 3 Dorr Oliver de 46.5 mts. cuadrados, 2 Oliver de 27.9 mts. cuadrados y un Eimco de 37.2 mts. cuadrados. El tanque de recepción es de 42,763 lts. de jugo clarificado.

**EVAPORACION.** - 5 pre-evaporadores 4 de ellos de 1,349 mts. cuadrados de superficie de calefacción c/u, de 3.96 mts. de diámetro por 3.66 mts. de altura, domo construido por Manufacturera 3M. Un preevaporador de 1,968.9 mts. cuadrados de 4.88 mts. de diámetro por 3.81 mts. de altura. Un doble efecto con una superficie calórica de 1,374.9 mts. cuadrados cada efecto, de 3.96 mts. de diámetro por 3.66 mts. de altura construidos por Manufacturera 3M. Un triple efecto St. Mary Iron Works Co. con superficie calórica de 712.5 mts. cuadrados cada vaso, 3.66 mts. de diámetro por 2.79 mts. de altura, que hacen un total de 2,143.2 mts. cuadrados. Un triple efecto, St. Mary Iron Works Co. con superficie de calefacción de 715.4 mts. cuadrados cada efecto, 2,148.4 mts. cuadrados en total. Un triple efecto con superficie de calefacción de 934.2 mts. cuadrados en cada vaso y 2,802 mts. en total, fabricado por Industrial y Comercial Atlas.

**TACHOS.** - 14 tachos en total: N° 1 y 2 rectos St. Mary Iron Works, para templeas "C" de 43,896 lts. 244 mts. cuadrados, 3.66 x 3.05 mts. de diámetro/altura, equipados con circuladores mecánicos. Los siguientes son de cabeza baja: los N° 3 y 4, 3M de 59,472 lts. el N° 3 para masas "B" y "C" equipado con circulador mecánico y el 4 sólo para masa "B", 379.3 y 384.6 mts. cuadrados respectivamente, dimensiones 4.73 y 5.18 x 3.16 mts. Los N° 5, 6, 7 y 8 St. Mary Iron Works, para refinado, el N° 8 equipado con circulador mecánico, de 236 mts. cuadrados dimensiones 3.66-4.27 x 3.48 mts. El N° 9 de Industrias Arciniega y los N° 10, 11 y 12 marca 3M, todos iguales; N° 9 y 10 para masas A de 59,472 lts. 381.3 mts. cuadrados de superficie dimensiones 4.73-5.18 x 3.16 mts. El N° 13 St. Mary Iron Works, equipado con circulador mecánico para masas A y Cristalización para "C". El N° 14, para masa B y C, con circulador mecánico; 376 mts. cuadrados y 56,640 lts., 4 semilleros para corte de templea de A y B, de forma cilíndrica, dispuestos horizontalmente, de 46,020 lts. c/u. con sistemas de agitación, impulsados con motores de 3 hp. 1,725 r.p.m. 220/440 Volts, 3 fases, 60 ciclos, acoplados a reductores de velocidad. Estos semilleros son cerrados y trabajan con vacío. Un semillero abierto en forma de "U" de 44,604 lts. para recibir semilla para templeas "A", con agitación de sistema de aspas, impulsado por motor de 5 hp. unido a reductor de velocidad. 4 portatempleas horizontales para recibir templeas de "A" y "B", de 56,632 lts. c/u. Sistema moiriz constituido con un motor de 15 hp. y 1,750 r.p.m. 2 graneros para pie masa "C" uno horizontal con capacidad de 33,984 lts. con movi-

miento de aspas; el otro granero es cilíndrico vertical, sin movimiento, con capacidad de 55,507 lts. ambos trabajan con vacío.

**EQUIPO DE CONDENSACION Y VACIO.-** 3 condensadores tipo Multi-Jet SK-38 y 10 tipo Multi-Jet Spray SK-38 Schutte & Koerting, para los tachos. 3 condensadores de contacto directo a contra corriente marca Byers para los triples efectos. El condensador de uno de los triples efectos es alimentado por 2 bombas de 5,000 g.p.m. de cap. c/u. que toman el agua que descargan los condensadores de los tachos de refinado; el resto de los condensadores se alimentan por gravedad por medio de una tubería que une al canal de riego del Río Atoyac, con las instalaciones del Ingenio. 4 bombas de vacío Ingersoll Rand para los filtros de cachaza, triples efectos y graneros y semilleros; una del tipo XP con capacidad de 4,540 p.c.m. accionada por motor de vapor; 3 tipo ESH, doble acción con enfriamiento de agua y lubricación forzada, con capacidad de 1,710 p.c.m. 2 con motor eléctrico de 75 hp. y la otra con motor eléctrico de 125 hp. 11 bombas de condensado, Worthington y Allis Chalmers: 7 bombas de 1,700 g.p.m. en promedio; 2 de 5,100 g.p.m. y 2 de 2,270 g.p.m. que recuperan el 100% de condensado, incluyendo purgas y el condensado de la refinería.

**CRISTALIZADORES.-** 2 cristalizadores forma "U" sin enfriamiento, con capacidad de 50,000 lts. c/u. movidos por transmisiones comunes en un extremo e independientes en el otro. 5 cristalizadores con sistema de enfriamiento y calentamiento tipo Blanchard, forma "U" de 43,000 lts. capacidad c/u. movidos por moto-reductores individuales de 5 hp. 3 cristalizadores Werkspoor, con capacidad de 49,000 lts. c/u. para enfriamiento de 6,000 lts. de masa "C" por hora, con un sistema de circulación del agua de enfriamiento cerrado. 3 portatemplas utilizados para recibir las templas "C" y para alimentar todos los cristalizadores con una capacidad total de 136,000 lts. Un recalentador de masa "C" Green Smith, de 1,208 mts. cuadrados de superficie calórica.

**CENTRIFUGAS.-** Divididas en centrífugas de crudo y refinado: 13 máquinas automáticas para las templas "A", 7 máquinas automáticas para las templas "B", 6 máquinas continuas para las templas "C" y 10 máquinas automáticas para las templas de refinado; todas Western States con las especificaciones siguientes: N° 1, 2 y 8 para templas "A" con canasto de 48" x 36" x 7" con capacidad de 505 lts./carga; el resto (10 máquinas) también para las templas "A", con canasto de 48" x 30" x 7" y 421 lts. de capacidad/carga. Las 7 máquinas para templas "B", con canasto de 48" x 30" x 7" y 421 lts. de capacidad/carga. Todas equipadas con motores Westinghouse de 600/1,200 r.p.m. Las 6 centrífugas para masa "C" son del tipo CC-6 con canasto de 1,100 mm. de diámetro y 30° de ángulo en la pendiente, con una capacidad para 6,500 a

7,400 lts. de masa "C" por hora. Para refinado, 2 máquinas con canasto de 48" x 36" x 7" y 505 lts. de capacidad/carga, con motores Allis Chalmers de 600/1,200 r.p.m. más 8 máquinas con canasto de 54" x 40" x 7" y 644 lts. de capacidad/carga, con motores de 450/900 r.p.m. auxiliadas por 2 incrementadores de ciclaje para aumentar la velocidad de los motores de 900 a 1,050 r.p.m. movidos por motores de 250 hp. y 350 hp.

**REFINERIA.-** Capacidad para 1,500 tons. diarias. Se usa sistema de fosfatación y carbón animal. Un fundidor horizontal de 1,500' cúbicos de capacidad, con sistema de agitación de aspas, movido por un motor de 30 hp. de 1,740 r.p.m. Un colador DSM de 1.83 mts. cuadrados, para precolado de azúcar fundido de 48° de radio de curvatura. 4 coladores rotatorios tipo Carter rediseñados para este trabajo, movidos por motorreductores de 1.5 hp. y 72 r.p.m. en la salida, equipados con tela para el colado de malla de 100 y una superficie de 4.95 mts. cuadrados c/u. 5 tanques de tratamiento para ácido fosfórico y de cal de 8,400 lts. c/u. equipados con termómetro de carátula radial. Un jet aireador, descargador, de reactor a chorro Schutte & Koerting N° 8, para airear el azúcar fundido. Un calentador para licor tratado y aireado con superficie total de calefacción de 40.9 mts. cuadrados para elevar la temperatura de licor a 75°C, antes de entrar a los Jacobs, 13 clarificadores Jacobs, de 10 tubos de flujo y 10 bateas cada uno. 5 filtros Sweetland, dos de 70 placas de 90.50 mts. cuadrados de superficie y 3 de 72 placas de 92.94 mts. cuadrados de superficie filtrante. 2 filtros Rota Smith de 56 placas c/u, con 117.05 mts. cuadrados de superficie filtrante c/u. 25 filtros en total para carbón animal; 17 equipados con tela, tipo pana y otro con tela Neva-Clog, todas las telas son de acero inoxidable. Uno de los filtros mide 2.20 mts. de diámetro por 6.25 mts. de alto. 6 filtros de 2.25 mts. de diámetro por 6.40 mts. de alto. 8 filtros de 2.13 mts. de diámetro por 6.25 mts. de alto. 10 filtros de 3.05 mts. de diámetro por 7.26 mts. de alto. La revivificación del carbón animal se hace en un horno Nichols Herreshoff de 4.22 mts. de diámetro, con 6 hogares. Como combustible usa diesel. La capacidad del horno es de 104 tons. de carbón/día; tiene su presecador en la parte superior. La descarga del carbón regenerado es controlada automáticamente. El oxígeno de los gases de combustión es analizado y registrado mediante un instrumento Leeds & Northup. Las temperaturas en los 6 hogares y otros 6 puntos más del horno, son medidas y registradas por un instrumento de puntos múltiples, Honeywell Electronic. El horno tiene además un separador que elimina el polvillo de carbón de tamaño menor que la malla 60. Se cuenta además con 2 separadores gravimétricos, Sutton Steele & Stelle, Inc. modelo BX-360, instalados en la salida de carbón del horno, utilizados para la eliminación de carbón pesado y carbón fino.

**SECADO Y ENVASE.-** 2 presecadores Buttner

que giran a una velocidad de 10 r.p.m. movidos cada uno por motor de 20 hp. 2 secadores también Buttner verticales. Cada conjunto de preseadora y secadora, con capacidad para secado de 700 tons./día. Una tolva para azúcar seca, 2 zarandas marca The W.S. Tyler Co. modelo Hum-Mer, para eliminar los terrones y dos envasadoras completas Duplex, 4 básculas Parsons, para recibir y pesar los sacos de azúcar, con una capacidad de 6 a 8 sacos de 50 kgs. por báscula/min. 3 básculas de piso, 2 Berkel, una con caratula digital con capacidad de 100 kgs. c/u; una Yale de 50 kgs. de capacidad, para verificar el peso de los sacos.

**ALMACENAMIENTO DE AZUCAR.-** Un almacén con capacidad aproximada de 600,000 sacos de 50 kgs. cada uno para azúcar refinada.

**TANQUES PARA MIELES.-** 2 de lámina cilíndrico vertical, con capacidad de 11'512,260 lts. (12.07 x 34.87) mts.

**TANQUES PARA PETROLEO.-** Un tanque de lámina, cilíndrico vertical, con capacidad de 3'179,000 lts.; un tanque para almacenamiento de Diesel para 86,132 lts.

**TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA CONDENSADA.-** Un tanque de lámina cilíndrico vertical, con capacidad de 6'127,236 lts.

**DESTILERIA.-** Consta de 4 tinas para la preparación de mostos, 3 tinas para levadura con volumen total de 28,044 lts.; 7 tinas para fermentación con volumen total de 704,083 lts. y 2 tinas especiales para la decantación de fondajes de mostos fermentados. Todo este equipo se encuentra dotado de serpentines que permiten calentar, enfriar o airear según lo requieran las condiciones predeterminadas de la fermentación. Se usa levadura cultivada que inicialmente se desarrolla en su laboratorio especial de microbiología, después, en 2 propagadores de la fábrica, antes de llegar a las tinas de levadura. Para la destilación existen 4 aparatos discontinuos de fabricación nacional con capacidad de 13,500 lts. de aguardiente en 24 hrs. y otro equipo formado por 4 columnas contínuas, también de cobre, Acme y American Cooper, con capacidad de 17,000 lts. de alcohol de alta calidad en 24 hrs. o su equivalente en alcoholes o destilados especiales que pueden obtenerse fraccionadamente. Este equipo se opera y dirige desde un tablero de controles Fisher & Porter, que tiene un total de 31 diversos instrumentos, aparte de los de control oficial.

La producción de alcohol de los últimos 5 años ha sido:

1984	4'654,595 litros
1985	4'031,641 litros
1986	6'000,000 litros

1987	6'025,819 litros
1988	5'426,672 litros

**EDIFICIOS.-** Todos están contruídos con estructura metálica, techos de lámina galvanizada con forma semi-elíptica, excepto el techo del edificio de la destilería que es escalonado. Las paredes son de mampostería y bloques de cemento.

**MISCELANEOS.-** Los resultados de las 5 zafras anteriores son los siguientes:

Año	Caña Molida Tons.	Tons. Caña/ Ha.	Días Efect. Mol.	% Rend. en Fáb.	Produc. Azúcar Tons.
1984	1'256,950	71.9	124	10.77	135,528
1985	1'178,147	70.9	114	11.75	138,206
1986	1'388,219	72.2	134	11.55	160,454
1987	1'519,589	77.2	146	10.40	158,016
1988	1'382,005	72.7	134	10.61	146,570

**RESUMEN DE INFORMES FINALES DE CORRIDA**

	ZAFRA 1989
Fecha de iniciación de la zafra.	Diciembre 07 de 1988
Fecha de terminación de la zafra	Mayo 12 de 1989
Número de días de zafra.....	157
Toneladas de caña molida.....	1'355,030
Toneladas de caña molida por hora.	438.59
Tiempo perdido % tiempo total.....	17.57
Kgrs. de miel final a 85° Bx. por Ton. de caña.....	32.97
Extracción molino: Jugo absoluto...	80.88
Extracción molino: Sacarosa %	
Sacarosa en caña.....	94.43
Imbibición % de caña.....	26.95
Tons. de azúcar producida.....	154,789
Tipo de azúcar producida y Pol.	
Refinado.....	99.92
Azúcar producida % de caña.....	11.42
Lts. de petróleo por tonelada de caña	24.13

**DATOS ANALITICOS:**

CAÑA:	
Fibra.....	13.51
Sacarosa.....	13.33

JUGO DE LA DESMENUZADORA:	
Brix.....	20.90
% Sacarosa.....	17.99
Pureza.....	86.07

JUGO MEZCLADO:	
Brix.....	15.79
% Sacarosa.....	13.25
Pureza.....	83.92

<b>BAGAZO:</b>	
% Fibra.....	42.27
% Humedad.....	54.48
% Sacarosa.....	2.33
<b>MIEL FINAL:</b>	
Brix.....	86.19
% Sacarosa.....	29.82
Pureza.....	34.60
<b>BALANCE DE SACAROSA:</b>	
Pérdidas: Bagazo.....	0.743
Pérdidas: Miel final.....	0.970
Pérdidas: Cachaza.....	0.043
Pérdidas: Indeterminadas.....	0.162
Pérdidas totales.....	1.918
Azúcar producido (Sacarosa).....	11.414
Sacarosa en caña.....	13.331

#### INFORMACION AGRICOLA:

**VARIEDADES DE CAÑA.-** Se cultivan las siguientes: MEX-57-473, 14.80%; L-60-14, 14.58%; MEX-56-18, 8.67%; Q-68, 14.74%; CP-44-101, 14.85%; MEX-69-290, 11.95%; CP-72-2086, 3.81%. De las variedades L-60-14 y MEX-57-473, se encuentra suspendida su propagación, la primera por ser fuertemente atacada por la enfermedad del Carbón y la segunda por disponer de mejores variedades. Se continúa propagando en forma comercial las variedades CP-72-2086, Q-96 y CP-65-357 las cuales presentan características Agro-industriales muy favorables.

**COMBATE DE PLAGAS.-** Se realizan campañas para combatir plagas tales como Sali-vazo, Picudo del Tronco y Gusano Falso Medidor.

**RIEGO.-** La superficie cultivada en la zafra 1988/89 fué de 18,014-00 has. de las cuales 8,838-00 son de riego. De esta superficie 1,335-00 has. son de riego completo, 7,703-00 de riego de auxilio, 9,176-00 has. de temporal.

**FERTILIZACION.-** Se aplican 700 kgs./ha. de la fórmula 17-17-17 y además, una 2ª aplicación de 300 kgs./ha. de Urea; ésta última solamente en el 65% de la superficie cultivada. El 50% de la 1ª aplicación se hace mecánicamente y el resto en forma manual en tanto que la 2ª aplicación se hace mecánicamente y el resto en forma manual en tanto que la 2ª aplicación se hace totalmente en forma manual.

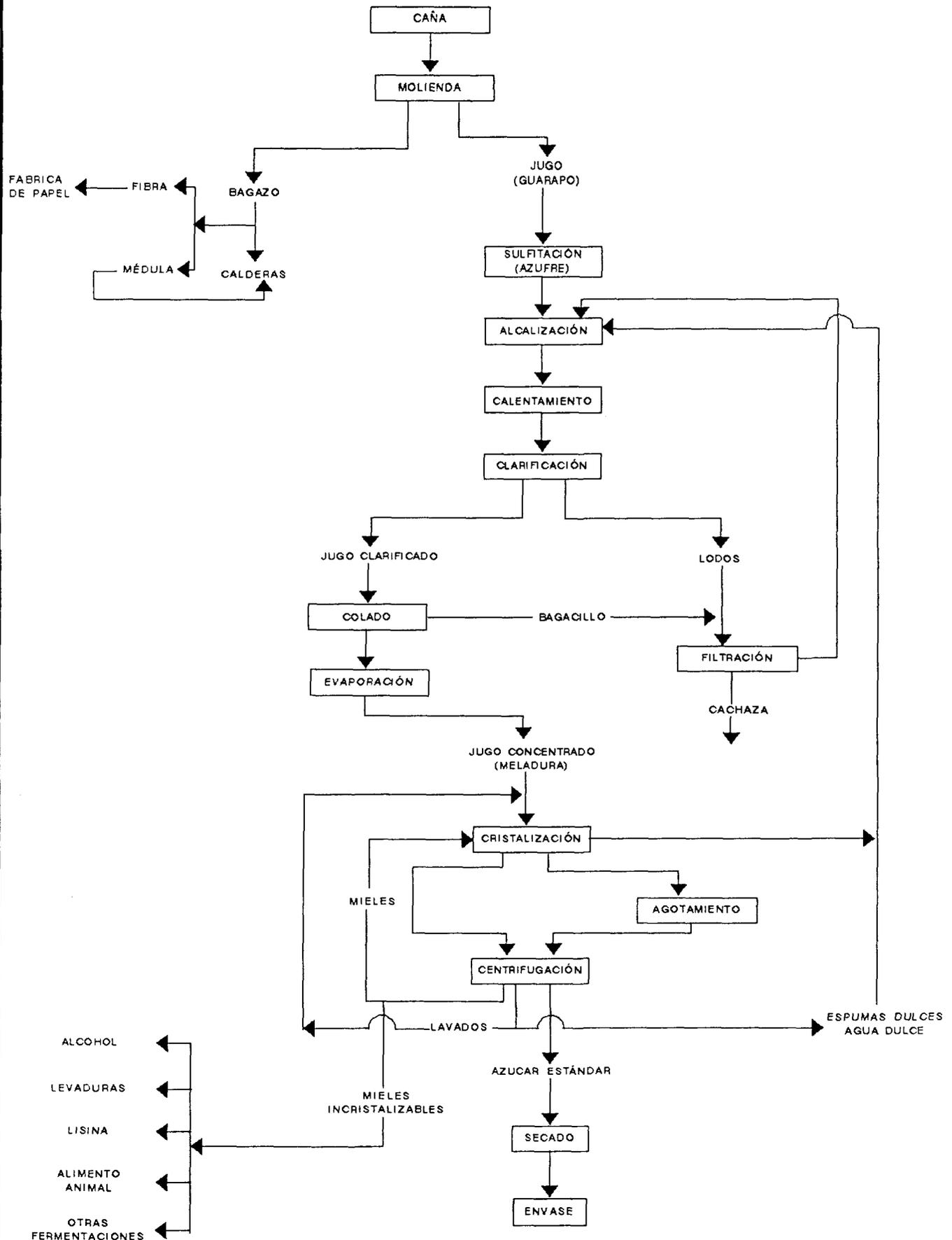
**PREPARACION DE LAS TIERRAS.-** La preparación en la mayoría de los casos, se hace a base de arados de cinceles, rastras semipesadas o pesadas y surco profundo. En los casos donde la topografía y las piedras no permiten el uso de maquinaria se utiliza tracción animal. Para lograr mayor efectividad y cuando el caso lo requiere, se efectúan trabajos de desempiedre, con rastrillos de roca y cuchillas. Además de la preparación descrita se efectúa trabajos de subsuelo a 65 cms. de profundidad en los terrenos compactos o con "tepetate" para mejorar el desarrollo radicular de las cañas y para lograr el mejor aprovechamiento del agua tanto de lluvia como de riego. El continuo incremento de las áreas desempedradas ha facilitado la preparación de tierras para nuevas siembras y la eliminación gradual del uso de tracción animal para realizarla; además el uso de arados de discos que destruyen las cepas viejas, permiten economizar al eliminar la labor de descepe. La preparación de tierras para siembras de primavera se efectúa entre enero y abril al igual que la siembra mientras que la preparación para el Gran Cultivo se hace entre abril y diciembre y la siembra correspondiente entre junio y diciembre.

**CULTIVO DE PLANTILLAS Y SOCAS.-** El cultivo se realiza tanto con maquinaria agrícola como con tracción animal y limpias con azadón. El uso de herbicidas para el control de malezas gradualmente se ha incrementado. También se ha venido incrementando la labor denominada de Subsuelo Central que consiste en pasar un arado de subsuelo en el entresurco; posteriormente se efectúa la aplicación del fertilizante completando la operación que se denomina "Labor Combinada".

**CLASES DE TIERRAS.-** Los suelos son del tipo latozol de origen volcánico aluvial, predominan la textura arcillosa con sus variantes desde arcillas pesadas hasta arcillas arenosas.

**CONDICIONES DEL LUGAR, LOCALIZACION DEL INGENIO.-** Se encuentra a 503 mts. sobre el nivel del mar, en las coordenadas, geográficas 18°53' de latitud norte y 96°47' longitud oeste. La temperatura media anual es de 28°C, con máxima de 37°C y mínima de 10°C. La humedad relativa del aire es 81% promedio anual. La presión barométrica es de 690 milibarios y las precipitaciones pluviales anuales son de 1,705 mm. en promedio.

# DIAGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE AZÚCAR EN INGENIO MOTZORONGO



# INGENIO MOTZORONGO

## ESTADO DE VERACRUZ

MUNICIPIO: Tezonapa.

CAPACIDAD: 7,500 tons. caña/24 hrs.  
750 tons. azúcar/24 hrs.

### PERSONAL EJECUTIVO:

Presidente del Consejo: Sr. Ricardo Céspedes Rul.

Director General: Ing. Manuel Enríquez Poy.  
Gerente General: C.P. Antonio Fernández

Cuello.

Gerente Financiero: C.P. Ildelfonso Mendoza Pantoja.

### PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO:

Contralor: Lic. Ismael Guzmán Lara.

Contador General: C.P. Carlota Flores de López.  
Superintendente General de Campo: Ing. Israel

A. Gómez Juárez.

Superintendente de Campo: Ing. Juan Chávez Zamora.

Encargado de Elaboración: Sr. Mateo Vera Villarauz y Téc. Ing. Edgar Pérez C.

Superintendente de Maquinaria: Sr. Sergio Arroyo Guerrero.

Superintendente de Electricidad: Sr. Gabriel Aguilar de la Cueva.

Superintendente de Calderas: Ing. Carlos Benítez Muñoz.

Jefe de Laboratorio Químico: Ing. Antonio Sarmiento Ríos.

Departamento Legal: Lic. David Martínez Mercado.

Jefe de Personal: Sr. José Luis López Camacho.

Jefe de Almacén: Lic. Manuel Amador Lagunez.

Jefe del Departamento de Informática: Sr. Freddy del C. López Méndez.

### AUTORIDADES SINDICALES:

Secretario General C.R.O.M.: Félix Castillo Guerrero.

### AUTORIDADES Y REPRESENTANTES DE PRODUCTORES DE CAÑA Y SINDICALES:

Rep. Prop. C.N.C.: Sr. José Luis Espinoza Romero.

Rep. Prop. C.N.P.P.: Sr. Rolando Saavedra Amador.

RECURSOS HUMANOS.- El Ingenio cuenta con 24 empleados sindicalizados de planta permanente, 231 obreros de planta permanente, 163 obreros de planta temporal, 150 obreros eventuales y 128 empleados de confianza en reparación y 158 empleados de confianza en zafra. Este personal corresponde a las Agrupaciones Cañeras y al Sindicato.

OFICINAS PRINCIPALES EN MEXICO, D.F.- José azueta No. 32, 2o. y 3er. Piso Col. Centro, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F. C.P. 06050 Tels: 518-3163, 518-2762, 518-3401 y Fax 512- 5078.

COMUNICACIONES.- Oficina Ingenio Motzorongo, Ver. 95090 México. Teléfonos: 91-273, 60-645, 60-032 y 60-044 Ext. 4, 12 y 27 de Motzorongo, Ver. Estación de Motzorongo, en el Km. 42 de la Vía del Ferrocarril Córdoba-Tierra Blanca. Camino Pavimentado de la desviación de la carretera Córdoba- Veracruz (Km. 17) a Tezonapa, vía Omealca, Ver. o carretera de la Cuenca del Papaloapan, Km. 25 Vía Cosolapa, Oax.

ABASTECIMIENTO DE CAÑA.- El Ingenio se abastece con caña procedente en un 74% de ejidatarios y 26% pequeños propietarios, de las siguientes divisiones: Batey, La Sierra, localizadas en el Estado de Veracruz y las divisiones de Acatlán y Tetela en el Estado de Oaxaca. Con un total de 15,889 has. en cultivo, de las cuales se tienen para cosecha aproximada 12,491 has. y la diferencia en reposición y semilleros.

EQUIPO DE TRANSPORTE.- Un 6.75% del acarreo de la caña se hace por los Ferrocarriles Nacionales de México y el 93.25% se transporta en

camiones propiedad de productores y fleteros, entregando la caña en el batey del Ingenio, y en el cargadero de Tetela, para lo cual se utilizan 60 góndolas de ferrocarril y tres máquinas diesel.

**MANEJO DE CAÑA.-** La caña que se recibe de góndolas y camiones, se pesa en 6 básculas, 4 instaladas en el batey del Ingenio y 2 en el cargadero de Tetela, una báscula instalada en el batey del Ingenio es de 100 tons., la cuál también sirve para pesar bagazo, miel y petróleo, con aditamento Schember, en el batey del Ingenio se cuenta con 2 básculas de 20 tons. con aditamento Schember y una de 15 tons. con aditamento Schember en el cargadero de Tetela hay 2 básculas de 20 tons. una con aditamento Schember y una romana Continental y una romana de 150 tons. para pesar furgones con azúcar a granel marca Revuelta. Las góndolas se descargan en el conductor transversal auxiliar No. 1 por medio de un volcador Consorcio Industrial de 3.80 x 14.40 mts. con capacidad de 60 tons. los camiones transportadores de caña descargan en 3 formas: primero en 2 bultos con 3 cadenas cada uno y se utilizan para descargarlos, 3 grúas, una radial de vientos American Hoist con capacidad de 6 tons. y un radio de acción de 18.30 mts. otra radial autoestable Industrias Mirón con capacidad, de 6 tons. y radio de acción de 24.40 mts. y por último una móvil Bucyrus Erie de pluma, montada en un tránsito de orugas con capacidad de 6 tons. Segundo se descarga sin cadenas directamente en la cola de los conductores auxiliares número 1 y 2 por medio de 2 volcadores mecánicos de 2.85 x 6.10 mts. con capacidad de 15 tons. tercero sin cadenas se descarga directamente por medio del sistema integral hidráulico de la plataforma de los camiones. La caña almacenada con las grúas radiales, se entrega a los conductores auxiliares por medio de 2 mesas alimentadoras, la de la grúa American No. 1 con plataforma de 7.30 x 12.90 mts. con 6 hilos de cadena Cytsa articulada C-102 B de paso 4" y la de la grúa Industrias Mirón con plataforma de 6.50 x 8.60 mts. con 8 hilos de cadena Cytsa articulada C-102 B paso 4". La alimentación de caña al tándem se efectúa por 5 conductores. Conductor Auxiliar No. 1: este conductor lleva 1 juego de cuchillas con turbina Terry tipo GANB de 2,000 hp. 3,200 r.p.m. reductor Westinghouse de 1,000 hp. rel. vel. 5.641:1. El juego de cuchillas consta de 32 soportes tipo Farrel, 96 cuchillas tipo Cresta de Gallo (cubanas) altura sobre la duela "8". Conductor auxiliar No. 2 este conductor lleva 1 juego de cuchillas con turbina Murray tipo UV Frame UN7 de 2,770 hp. 3,260 r.p.m. Reductor de Laval de 2,000 hp. rel. vel. 8.0625:1, el juego de cuchillas consta de 26 soportes tipo Farrel, 78 cuchillas tipo cresta de gallo (cubanas), altura sobre la duela 7". El conductor

está formado por tablillas de acero con rodillos fuera de borda de 2.11 mts. de ancho por 37.50 mts. de largo, cadena de arrastre CYTSA 12230, reductor Link Belt tamaño D-150 rel. vel. 48.5:1, motor de 60 hp. 870 r.p.m. Recibe caña de un volteador mec. de camiones, de la mesa inclinada alimentada por la grúa Mirón y alimentado dicho conductor, por una grúa móvil "Bucyrus" Erie de capacidad de 8 tons. También por un traxcavo caterpillar 944-A. Conductor No. 3 principal con duelas de 2.10 mts. de ancho, rodillos fuera de borda de 30.32 mts. de largo, inclinado 21.5°, cadena de arrastre EWART C-2630 paso 12". Reductor Laval Belt, tamaño D-150 rel. vel. 48.5:1, motor de 60 hp. 1,185 r.p.m. En este conductor está instalado un juego de cuchillas con turbina Murray tipo UV de 1,883 hp., 3,200 r.p.m. reductor de Laval de 2,000 hp. rel. vel. 8.0625:1, un juego de cuchillas con 26 soportes tipo Farrel, 78 cuchillas tipo cresta de gallo (cubanas) altura sobre la duela 3".

**EQUIPO DE MOLIENDA.-** Un tándem compuesto de 6 molinos: el primero de 41" x 84" y los otros cinco de 40" x 84", con rayado de 3" y 50° grados los 3 primeros de 2" x 50° grados los 3 últimos, son impulsados en forma individual por una turbina Murray de 800/1,170 hp. a 5,000 r.p.m. acoplada a reductor de velocidad Farrel con relación de 17.206:1 para los 5 primeros molinos y 15.72:1 para el 6° molino. Todos los molinos están equipados con acumuladores hidráulicos Edwards de 10 galones de capacidad. Un sistema centralizado de lubricación forzada Farval. Se usa un sistema de imbibición compuesto con un 25% de agua la cual se pesa en una báscula Toledo de 2.5 tons. para manejo de jugo de maceración hay 4 bombas Agsa de 400 g.p.m., con motores de 1,750 r.p.m. 15 hp. para manejo de guarapo mezclado a filtros DSM se tienen 3 bombas Versátil inatascables de 2,300 l.p.m. motor de 1,160 r.p.m. 60 hp. para sistema de bombeo de guarapo mezclado a báscula se tienen 2 bombas Agsa de 1,800 g.p.m. motor de 1,750 r.p.m. 125 hp. 2 básculas que pesan el jugo Toledo Dúplex de 12.5 tons. c/u. 2 bombas para enviar el guarapo pesado a la torre de sulfitación Agsa de 2,000 g.p.m. motores de 1,750 125 hp. y 3 bombas que envían el guarapo alcalizado a los calentadores de guarapo, 2 Agsa de 1,800 g.p.m. motor 1,750 r.p.m. 125 hp. y una Agsa de 800 g.p.m. motor de 1,750 r.p.m. 50 hp.

**PLANTA DE VAPOR.-** 9 calderas que operan en batería generan 495,000 lbs./hr., de vapor a una presión de 180-200 lbs./plg.<sup>2</sup>, todas con temperatura de 413°/428° F. utilizan como combustible combustóleo y bagazo cuyas características y capacidades son las siguientes: Caldera 1 B & W, tubos curvos 4 domos, 10,652.4' cuadrados de superficie de

calefacción, hornos tipo Ward y 4 quemadores Todd. Caldera 2, B & W, tubos rectos, 4 domos, 9,806.6' cuadrados de superficie de calefacción, horno Ward y 4 quemadores Todd. Caldera 3 B & W, tubos rectos, 2 domos, 4,903.3' cuadrados de superficie de calefacción hornos Ward y 2 quemadores Todd. Caldera 4, B & W, tubos rectos, 2 domos, 4,903.3' cuadrados de calefacción hornos Ward y 2 quemadores. Caldera 5, B & W, tubos rectos, 4 domos, 8,715.6' cuadrados de superficie de calefacción hornos Ward y 2 quemadores Todd. Caldera 6, Connely, tubos curvos, 4 domos 15,000' cuadrados de superficie de calefacción hornos Vortex y 4 quemadores Todd. Caldera 7, B & W, tubos curvos 4 domos, 10,652.4' cuadrados de superficie de calefacción hornos Ward y 4 quemadores Todd. Caldera 8, B & W, tubos rectos, un domo 25,000' cuadrados de superficie de calefacción hornos tipo Vortex y 4 quemadores B & W, y caldera 9, tubos rectos un domo, 26,254.4' cuadrados de superficie de calefacción hornos tipo Vortex y 4 quemadores B & W, 2 chimeneas de concreto, de 68 y 71 mts. de altura para las calderas 1 a la 5, una chimenea de lámina de hierro de 21 mts. para calderas 6 y 7 y una chimenea de concreto de 30 mts. de altura para las calderas 8 y 9. Para las calderas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 ventiladores centrífugos accionados por motor eléctrico. El tiro inducido de las calderas 1 a la 5 es natural y de las calderas 6, 7, 8 y 9, con ventiladores centrífugos accionados por motor eléctrico de 125, 125 y 250 hp. y turbina de vapor de 450 hp. con reductor de velocidad, respectivamente. Una planta de tratamiento externo de agua para calderas, con capacidad total de 37 tons./hr. de agua tratada, 3 bombas para agua de alimentación Ingersoll Rand, una de 500 g.p.m. accionada con motor eléctrico de 150 hp. y 3,500 r.p.m. y 2 de 1,300 g.p.m. accionadas por turbina de vapor Terry de 300 hp. y 1,450 r.p.m. Una planta de bombeo de petróleo a calderas, con capacidad para 250 l.p.m.

**PLANTA ELECTRICA.**- 3 turbogeneradores con las siguientes capacidades y características: turbogenerador No. 1 con generador Westinghouse de 2,500 kw. 2,400 volts. 60 hz. 3,600 r.p.m. acoplado a turbina Terry con presión de trabajo de 200 lbs./plg.<sup>2</sup>, presión de escape 15 lbs./plg. cuadrada Turbogenerador No. 2 generador Allis Chalmers, de 5,000 kw. 2,300 Volts. 60 hz. 3,600 r.p.m. acoplado a turbina Allis Chalmers, presión de trabajo 200 lbs./plg.<sup>2</sup>, presión de escape 15 lbs./plg.<sup>2</sup>. El excitador es impulsado por una turbina Elliott de 75 hp. en el inicio de la generación, al entrar el generador en línea, se impulsa con un motor de 100 hp. 1,750 r.p.m. Turbogenerador No. 3, con generador Westinghouse de 2,500 kw. 2,400 volts. 60 hz. 3,600 r.p.m. acoplado a

turbina General Electric, presión de trabajo 200 lbs./plg.<sup>2</sup> presión de escape 15 lbs./plg.<sup>2</sup>. La carga a fábrica es alimentada por 2 transformadores trifásicos marca Esa, de 3,200 k.v.a. c/u. 2,400/480 Volts. Como repuesto, un transformador de las mismas características. Una subestación auxiliar conectada a la C.F.E. de 750 k.v.a. 13,200/480 volts. Un generador Diesel Burmeister & Wain de 250 k.v.a. 460 volts. 60 hz. 600 r.p.m. Una máquina Diesel General Motor/General Electric 1,000 kws 750 r.p.m. 2,400 volts, 60 Hz, 3,600 r.p.m.

**CLARIFICACION.**- El guarapo se pesa en 2 básculas automáticas Toledo con capacidad de 12.5 tons. con un tanque colector de jugo pesado de 31,000 lts. Dos torres de madera de fabricación local de 1.60 x 1.60 x 6.50 mts. con 30 mamparas c/u. trabajan en paralelo. La alcalización continúa y automática se lleva a cabo en 2 tanques cilíndricos verticales con capacidad de 42,000 lts. c/u. Un horno rotativo Atlas para quemar azufre con capacidad de 100 kgs./hr. Para bombeo de jugo pesado, 2 bombas Agsa de 6,800 l.p.m. accionadas por motor eléctrico de 125 hp. y 1,750 r.p.m. Dos tanques para bombeo cilíndricos verticales con capacidad de 11,200 lts. c/u. y agitación mecánica para la preparación de lechada de cal cuyo manejo se efectúa por 2 bombas tipo inatascable con capacidad de 280 l.p.m. accionadas por motor eléctrico de 7.5 hp. y 1,750 r.p.m. Para el calentamiento del jugo alcalizado y sulfitado se cuenta con 5 calentadores cilíndricos horizontales, Smith, con superficie calórica de 1,982' cuadrados c/u. y 5 calentadores secundarios, Chinchilla Varona, con superficie calórica de 1,072' cuadrados c/u. Un colador estático para jugo claro. Un clarificador tipo Dorr 444, Atlas, con capacidad de 550,000 lts. Dos clarificadores tipo Graver, uno con capacidad de 380,000 lts. y otro de 170,000 lts. Para la filtración hay 4 filtros, 2 Dorr Oliver de 10' x 20', uno Oliver de 8' x 16' y uno Eimco de 10' x 16'.

**EVAPORACION.**- 3 cuádruples efectos con las siguientes superficies calóricas: el primero de 23,434' cuadrados, el segundo de 22,522' cuadrados y el tercero de 50,000' cuadrados. El preevaporador del tercer cuádruple puede trabajar en combinación con los cuádruples primero y segundo para formar un quíntuple efecto, dependiendo de las necesidades de operación de la fábrica.

**TACHOS.**- 10 tachos de fabricación nacional distribuidos para masa "A" 3 de 2,000' cúbicos de capacidad y 4,000' cuadrados de superficie calórica, 1 de 900' cúbicos y 1,620' cuadrados de superficie calórica. 1 de 1,200' cúbicos y 2,200' cuadrados de superficie calórica. Para masa "B" 2 tachos de 2,000'

cúbicos de capacidad y 4,000' cuadrados de superficie calórica. Para masa "C" 2 tachos con capacidad de 1,200' cúbicos y 2,160' cuadrados de superficie calórica y un tacho con 1,650' cúbicos de capacidad y 2,970' cuadrados de superficie calórica. Todos los tachos son operados automáticamente por una computadora central.

#### EQUIPO DE CONDENSACION Y VACIO.-

Los evaporadores cuentan con condensadores tipo Multi-Jet y tachos cuentan con condensadores barométricos individuales de cascada; para el bombeo del agua a condensadores, se cuenta con el siguiente equipo: 1 bomba centrífuga Agsa de 20,000 g.p.m., con reductor de velocidad Elliott de 700 hp. y turbinas de vapor Elliott YR; No. 2 bomba centrífuga Agsa de 20,000 g.p.m., con reductor Terry de 650 hp. y turbina de vapor Elliott; No. 3 bomba centrífuga Agsa, de 13,000 g.p.m. con reductor Western Gear de 400 hp. y turbina de vapor Elliott YR; No. 4 bomba Agsa de 5,750 g.p.m. y motor eléctrico de 125 hp. Para sistema de agua de retorno se cuenta con lo siguiente: 6 bombas, 1 Agsa, de 13,000 g.p.m. accionada por un reductor Westinghouse y una turbina Westinghouse de 500 kw. 3 bombas Worthington de 5,750 g.p.m. motor de 125 hp. y 2 bombas Agsa de 7,000 g.p.m. motor 150 hp. Para el vacío de filtros hay 4 bombas Nash de las siguientes características: 2 tamaño 1002-820 r.p.m. accionadas por motores eléctricos de 75 hp. y 1,750 r.p.m., una tamaño 702-980 r.p.m. accionada por motor eléctrico de 40 hp. 1,750 r.p.m. y una tamaño H-7 de 680 r.p.m. accionada por motor eléctrico de 50 hp., 1,750 r.p.m. Para tachos hay una bomba de vacío General Worthington tamaño 24 X 11 L-43901 accionada por motor eléctrico 60 hp. y 1,750 r.p.m. 2 bombas Baco A-300 capacidad 290 CFM a 21.5 de Hg. velocidad 1,750 r.p.m. accionadas con motores eléctricos de 29 hp.

**CRISTALIZADORES.-** Diez portatemplas abiertos de 35,000 lts. c/u. Dos cristalizadores continuos Werkspoor con 41 elementos de enfriamiento c/u. y 2 cristalizadores de enfriamiento continuo tipo Werkspoor, con 21 elementos de enfriamiento. Un cristizador intermitente Smith, construido por Fymisa. Para calentar la masa "C", un calentador con tubos aleteados, con 11,000' cuadrados de superficie. Dos portatemplas para masa "A" con capacidad para 60,000 lts. c/u.

**CENTRIFUGAS.-** Una batería para templas "A" con las siguientes características compuesta de 9 centrífugas, 4 Robert's Western States de 48" x 30", 15' cúbicos/carga, automáticas y 5 centrífugas Robert's Western States de 48" x 36", 20'

cúbicos/carga, automáticas, todas accionadas con motores eléctricos G.E. de 50 hp. 300/1,250 r.p.m. multipolos con freno regenerativo. El control automático y de secuencia lo realizan PC'S, marca Festo. Para templas de "B" se cuenta con 7 centrífugas continuas de las siguientes características: Robert's modelo CC-IV de 37" x 30" accionadas por motores eléctricos de 50 hp. 1,770 r.p.m. Para templas de "C" se cuenta con 4 unidades de las siguientes características: 2 CCV de 37", 1,770 r.p.m. Robert's y 2 centrífugas Robert's CCVI de 30" x 2,100 r.p.m. accionadas con motores eléctricos de 75 hp., 1,750 r.p.m. Todas las centrífugas operan de forma manual. Para el secado de azúcar estándar, se usa un secador Cisa para manejar azúcar húmeda, con capacidad de 800 tons. de azúcar estándar/24 hrs. con humedad del 0% al 0.03%. El azúcar estándar se pesa en dos básculas Dúplex Mantro Parsons, para peso de 50 kgs. con una capacidad de 30 sacos/min., y una báscula de repeso de azúcar "Schember" de 105 kgs.

**SECADO Y ENVASE.-** Capacidad de secar 800 tons. de azúcar estándar/24 hrs.

**ALMACENAMIENTO DE AZUCAR.-** Una bodega para almacenamiento de azúcar estándar blanco con capacidad para 400,000 sacos de 50 kgs. totalmente mecanizada, para el manejo, almacenamiento y embarque a furgones de ferrocarril y camiones.

**TANQUES PARA MIELES.-** Se cuenta con tres tanques de lámina de hierro con capacidad de: tanque No. 6 de 2'515,000 lts. tanque No. 7 de 3'997,131 lts. y No. 8 de 5'705,171 lts.

**TANQUES PARA PETROLEO.-** Almacenado en una fosa de concreto, con capacidad de 257,770 lts. un tanque metálico, para alimentación con capacidad de 30,814 lts. y un tanque metálico, para almacenamiento de 3'706,685 lts. además una fosa de concreto para diesel, con capacidad de 50,506 lts.

**EDIFICIOS.-** Los edificios están construidos con estructura de perfiles de hierro para soporte del equipo; los techos y paredes son de lámina de zinc.

- DURANTE LA ZAFRA 1994/1995 SE SIGUIÓ CON EL PROYECTO "MELAMOT" CONSISTENTE EN LA REFUNDICION DE MELADURA DEL INGENIO EL REFUGIO Y SU POSTERIOR CONVERSION EN AZUCARES MASCABADO Y ESTANDAR.

#### FECHAS DE PRODUCCION:

Inicio de Recepción de meladura: Diciembre

Término de Recepción de meladura:	15 de 1994. Junio
Días de Recepción de meladura:	14 de 1995. 182

**DATOS DE PRODUCCION:**

Viajes Recibidos: .....	2,408
Toneladas Recibidas: .....	81,159.250
Tons. azúcar estandar producida:.....	38,080.729
% Azúcar B.E./Ton. Meladura: .....	46,921
Miel Final Obtenida 85°Bx: .....	14,984.209
Kgs. M.F. 85°/Ton. Meladura: .....	184.627
% Recuperación Pol. % Pol. ....	88.263

**DATOS ANALITICOS:**

% Brix Meladura: .....	63.093
% Sacarosa Meladura: .....	53.160
% Pureza Meladura: .....	84.257

**MISCELANEOS.-** Los resultados de las 5 zafras anteriores son los siguientes:

AÑO	Caña Molida Tons.	Tons. Caña por Ha.	Días Efect. Mol.	% Rend. en Fáb.	Produc. Azúcar Tons.
1990	808,923	61.8	126	8.93	72,245
1991	856,674	64.9	132	9.41	80,644
1992	859,214	70.6	123	8.79	73,390
1993	916,941	64.3	135	10.63	97,450
1994	832,600	53.2	122	11.17	93,006

**RESUMEN DE INFORMES FINALES DE CORRIDA**

	<b>ZAFRA 1995</b>
Fecha de iniciación de la zafra:	Noviembre 17 de 1994
Fecha de terminación de la zafra:	Junio 10 de 1995
Número de días de zafra .....	206
Toneladas de caña molida .....	1,113.834
Toneladas de caña molida por hora .....	293.55
Tiempo perdido % tiempo total .....	23.12
Kgrs. de miel final a 85°Bx. por Ton. de caña .....	39.51
Extracción molino: Jugo absoluto .....	79.65
Extracción molino: Sacarosa % Sacarosa en caña .....	92.48
Imbibición % de caña .....	28.36
Tons. de azúcar producida .....	116,726
Tipo de azúcar producida y Pol. Estandar 42,318 .....	99.62

Mascabado 50,688 .....	99.03
Azúcar producida % de caña .....	10.480
Lts. de petróleo por tonelada de caña .....	38.49

**DATOS ANALITICOS:****CAÑA:**

Fibra .....	13.55
Sacarosa .....	13.39

**JUGO DE LA DESMENUZADORA:**

Brix .....	19.66
% Sacarosa .....	16.28
Pureza .....	82.80

**JUGO MEZCLADO:**

Brix .....	15.78
% Sacarosa .....	12.66
Pureza .....	80.21

**BAGAZO:**

% Fibra .....	44.32
% Humedad .....	51.31
Sacarosa .....	3.29

**MIEL FINAL:**

Brix .....	83.23
% Sacarosa .....	30.47
Pureza .....	36.61

**BALANCE DE SACAROSA:**

Pérdidas: Bagazo .....	1.007
Pérdidas: Miel Final .....	1.229
Pérdidas: Cachaza .....	0.182
Pérdidas: Indeterminadas .....	0.561
Pérdidas: Totales .....	2.979
Azúcar producido (Sacarosa) .....	10.409
Sacarosa en caña .....	13.388

**INFORMACION AGRICOLA:**

**VARIETADES DE CAÑA.-** Las principales que se cultivan son las siguientes: Mex-69-290, 53%; SP-70-1284, 20%; Co-997, 3%; Mex-68-P23, 7%, CP-72-2086, 14%, y se está impulsando la siembra de CP-72-1210, RD-75-11, SP-71-6180, que ha resultado de nuestros experimentos de evaluación agroindustrial.

**RIEGO.-** La superficie en cultivo es 100% de temporal en 17,492-00 has. y se tienen en estudio varios proyectos para introducir el riego en áreas pequeñas dentro de la zona de abasto del Ingenio.

**FERTILIZACION.-** Actualmente se está

aplicando con dosis específicas para cada tipo de suelo, y consiste fertilizar con 600 kg./ha., de un total de 21 fórmulas para socas y resocas y 4 para plantas. En socas el 55% de la fertilización se realiza en forma mecánica y el resto manual.

**PREPARACION DE LAS TIERRAS.**- Es a base de tractores de oruga del tipo D-4, D-5, D-6 y diversos de neumáticos, con los tractores Caterpillar se hacen labores de sub-suelo en suelos compactos y delgados para su roturación y prepararlos para el mejor desarrollo radicular de la gramínea y conservación de humedad.

**CULTIVO DE PLANTILLAS SOCAS Y RESOCAS.**- Las labores de cultivos (descarne y aporques) se realizan con tractores agrícolas equipados con cultivadores de cinceles, las yuntas de bueyes con cultivadoras o con arado de vertedera y los tractores de oruga D- 4 se usan para el sub- suelo central en socas y resocas. Se efectúan de 2 a 3 cultivos en plantillas, socas y resocas. En su oportunidad se hacen tres limpieas en plantillas y de dos a tres en socas y resocas. Se está incrementando el uso de herbicidas, con buenos resultados en el control de las hierbas indeseables.

**PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA CAÑA.**- Una de las enfermedades es la mancha de ojo (*Helminthosporium Sacchari*) que no presenta importancia económica. Las principales plagas son: Mosca pinta (*Aeneolamia Postica*) y Rata (*Sigmodon Hispidus*) y de importancia secundaria el Pulgón (*Siphafflava*) Amarillo, barrenador (*Diatrea Saccharalis*) y ocasionalmente defoliadores como el Mosquero falso medidor (*Mocas Latipes*) y Soldado (*Carphis Latiusculas*).

**CLASES DE TIERRAS.**- El 60% pertenece al grupo de suelos lateríticos y el 40% de suelos de llano o de sabana: predominan las texturas de migajón arcilloso, migajón arenoso, hasta arcillas pesadas y en bajo porcentaje los arenosos. El contenido de materia orgánica es bajo, con pH ácido, siendo imprescindible la aplicación de fertilizantes químicos.

**UTILIZACION DE SUB-PRODUCTOS.**- El bagazo se industrializa para la fabricación de celulosa para papel.

**CONDICIONES DEL LUGAR, LOCALIZACION DEL INGENIO.**- Se encuentra a 250 mts. sobre el nivel del mar con latitud N. 18°39' y longitud W 96°43' con temperatura media máxima de 38.5°C mínima media anual de 18°C y una media anual de 28.2°C.

boletín

bulletin

# CEPLAC

GRUPO DE PAISES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE EXPORTADORES DE AZÚCAR  
GROUP OF LATIN-AMERICAN AND CARIBBEAN SUGAR EXPORTING COUNTRIES

Secretariado / Secretariat

Vol. IX - Nº 11  
Noviembre/November  
1992

Representando a GEPLACEA asistieron como observadores los señores José Antonio Cerro, Secretario Ejecutivo; Manuel Rico, Secretario Asistente en Mercado y Estadística; Luis Eduardo Zedillo, Secretario Asistente en Tecnología.

#### **REUNION DE CAÑEROS Y REMOLACHEROS CON MIEMBROS DE LA O.I.A.**

Coincidiendo con el período de sesiones de la O.I.A., se celebró la Tercera Consulta Informal entre la Asociación Mundial de Cultivadores de Caña y Remolacha, miembros y observadores de la OIA.

Entre los temas tratados figuran: Perspectivas para los años 90, Comercio Internacional del Azúcar y Diversificación, incluyendo los proyectos presentados por GEPLACEA al Fondo Común de Productos Básicos.

A esta reunión asistieron también los señores José Antonio Cerro, Manuel Rico y Luis Zedillo.

#### **PROYECTO DE LA ONUDI: "TECNOLOGIAS MAS LIMPIAS"**

Con la presencia del Sr. Ken Bradley, Consultor Internacional de la ONUDI se inició el Proyecto "Tecnologías más Limpias", que en coordinación con GEPLACEA, se lleva a cabo en los ingenios azucareros mexicanos: "San Francisco Ameca", "El Potrero", y "Motzorongo". Por la parte mexicana como consultora participa la Dra. Carmen Durán de Bazúa, Prof. Titular de la Universidad Autónoma de México y especialista en el tema de Tratamiento de Residuales.

El mencionado Proyecto, auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial (ONUDI), tiene la finalidad de motivar y ayudar al sector industrial de los países en vías de desarrollo y adoptar políticas adecuadas para el medio ambiente, basadas en la prevención y minimización de generación de residuos.

La primera reunión para la coordinación y conocimiento del trabajo a realizar, con vistas a alcanzar los objetivos antes mencionados, se efectuó el 26 de octubre, con la presencia de consultores nacionales e internacionales representantes de los ingenios azucareros, de la ONUDI, y de los anfitriones: la Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcohólica; por GEPLACEA participó el Ing. Luis E. Zedillo, Secretario Asistente en Tecnología.

Las visitas técnicas y comienzo de las auditorías a los ingenios seleccionados se efectuaron a principios del mes de noviembre, con la participación del Sr. Ken Bradley y la Dra. Carmen Durán, así como la Dra. Marianela Cordovés Herrera por parte de GEPLACEA.

Se programaron próximas visitas técnicas y la realización, a mediados del próximo año, de un Seminario conclusivo de las actividades realizadas, con la exposición de las experiencias adquiridas y los resultados alcanzados.

Se contó con el apoyo y la participación de los administradores de los ingenios visitados, formándose en cada uno de ellos, "el equipo técnico auditor", encargado de apoyar y garantizar la realización de los trabajos previstos.

#### **SEMINARIO SOBRE EL METODO ZOPP**

Del 30 de noviembre al 4 de diciembre tuvo lugar, en las instalaciones del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), un Seminario sobre el Método de Planificación de Proyectos orientado a objetivos (ZOPP), el cual fue organizado por la Agencia de Cooperación Alemana GTZ. Al seminario asistieron funcionarios de GEPLACEA y de instituciones mexicanas de investigación y educación.

Por GTZ asistieron el Ing. Helmut Bourzutschky, Director del Proyecto GEPLACEA/GTZ y el Sr. Enrique Wittwer, Asistente Técnico de GTZ.

La moderación del seminario estuvo a cargo del Dr. Eduardo Dockendorff, Consultor de GTZ.