



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

18179-S

Distr. LIMITADA

PPD.124 (SPEC.)
10 julio 1989

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

ESPAÑOL
Original: INGLES

PROGRAMA DE APOYO DIRECTO A LA INDUSTRIA EN LOS PAISES EN DESARROLLO:
MISIONES INVESTIGADORAS Y DE IDENTIFICACION DE PROYECTOS

TF/GLO/88/018

Informe técnico: La industria del cemento de Nicaragua*

Preparado para el Gobierno de Nicaragua
por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Basado en la labor realizada por los Srs. B. Bülow Andersen,
ingeniero mecánico, y A. Norholm, ingeniero de procesos

* El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición.

V.89-56428

5726L

INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción	2
2. Resumen y conclusiones	3
3. Antecedentes históricos	5
4. Proceso de producción	7
5. Situación mecánica del equipo actual	14
6. Futura demanda del mercado de cemento	24
7. Anexos	26

1. Introducción

Los expertos visitaron Nicaragua desde el 29 de noviembre al 17 de diciembre de 1988. Un asesor técnico especial de la ONUDI, que encabezó la misión, estuvo con ellos del 8 al 17 de diciembre de 1988.

La finalidad de la misión de la ONUDI fue formular un programa de desarrollo para la industria del cemento de Nicaragua y definir el alcance de la labor necesaria para aumentar la capacidad y mejorar la calidad y los tipos de productos. Concretamente, los expertos tenían el siguiente cometido:

- a) describir las reservas de materias primas existentes, incluidas recomendaciones para proceder a las necesarias investigaciones con objeto de determinar la debida exploración de nuevas reservas;
- b) recomendar actividades, así como equipo y piezas necesarios, para una mayor modernización de la fábrica de cemento existente, incluida la planta de molienda de cemento puzolánico de Managua;
- c) preparar una lista preliminar de la maquinaria principal necesaria para una nueva fábrica de cemento por vía seca y una estimación aproximada de la inversión total;
- d) especificar el equipo necesario para sustituir el cemento normal por cemento puzolánico; y
- e) recomendar equipo para la distribución de cemento a granel, con estimaciones de los costos.

2. Resumen y conclusiones

La única empresa cementera existente en Nicaragua tiene una capacidad de producción de 345.000 toneladas anuales de cemento portland. En 1987, se alcanzó una cifra de ventas máxima de 295.863 toneladas, lo que supone la utilización de un 86% de la capacidad instalada. La falta de mantenimiento y de piezas de repuesto hace que cada vez sea más difícil alcanzar esa cifra.

Se espera que, cuando la paz vuelva a Nicaragua, el consumo de cemento aumente en un 7% anual. A fin de satisfacer la demanda, la fabricación de cemento puzolánico, ya intentada en el período 1983-1987, debiera reanudarse en la planta de molienda Exmisa de Managua y aumentarse su producción al máximo posible.

Para poder satisfacer la demanda local de cemento en los próximos seis o siete años, convendría tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Cerca de la fábrica de cemento existen varias canteras de caliza de diversa calidad con grandes cantidades de tierra de recubrimiento, y cuya explotación sólo permitirá atender el consumo durante unos pocos años. Las investigaciones geológicas ya iniciadas debieran proseguirse e intensificarse con objeto de localizar depósitos de caliza con unas reservas de por lo menos para 20 años, y a fin de establecer planes y procedimientos detallados para la explotación de canteras en un futuro próximo.
2. En la planta de molienda de Exmisa, se ha utilizado piedra pómez para la fabricación de cemento puzolánico. En la actualidad, no se dispone de los depósitos de esa piedra pómez para la fabricación de cemento. Debiera realizarse un estudio geológico a fondo con miras a localizar nuevos depósitos de materiales puzolánicos y determinar sus reservas, triturabilidad, actividad puzolánica y contenido de agua, así como para establecer los métodos de explotación adecuados.
3. Convendría obtener permiso para explotar temporalmente la piedra pómez de los antiguos depósitos, a fin de iniciar la fabricación, e introducción en el mercado, de cemento puzolánico.
4. Convendría planear detalladamente, y conceder alta prioridad, a la rehabilitación de la planta de molienda Exmisa, incluido el secador de puzolana, y ello mediante un nuevo mecanismo de engranaje simétrico para el molino de cemento N° 2 y un separador de gran rendimiento para el molino N° 3.
5. El empleo de las piezas de repuestos que ha empezado a recibir Nicaragua debiera permitir un eficaz mantenimiento y una eficiente producción de la fábrica de cemento de San Rafael del Sur.
6. Debieran establecerse, en San Rafael y en Exmisa, laboratorios modernos que posibiliten la eficiente fabricación de productos de gran calidad.

7. Cuando se conozcan las disponibilidades de caliza, será preciso estudiar la posibilidad de modernizar y de ampliar la fábrica de San Rafael o de construir una fábrica completamente nueva cerca de los nuevos depósitos de caliza.
 8. En San Rafael y en Exmisa, debiera proporcionarse capacitación en mantenimiento mecánico y eléctrico, así como en la producción de cemento, al personal de todos los niveles de actividad.
 9. Para todo ello, y como complemento de la actual organización, se consideran necesarios los siguientes recursos:
 - 700.000 dólares para asistencia en la realización de estudios geológicos sobre la caliza y el material puzolánico.
 - 3,2 millones de dólares para piezas de repuesto y equipo suplementarios y para la rehabilitación de la planta Exmisa.
 - 1,9 millones de dólares para un equipo de gestión, contratado por dos años, compuesto de:
 - 1 gerente
 - 1 ingeniero de mantenimiento
 - 1 ingeniero de producción
 - 1 oficial de capacitación
 - 100.000 dólares para visitas de especialistas en relación con los filtros, los engranajes, etc.
- Todo ello ascendería, pues, a un total estimado en 5,9 millones de dólares de los EE.UU.

3. Antecedentes históricos

En Nicaragua, solamente una empresa fabrica cemento: la Compañía Nacional Productora de Cemento (CNPC). Esta empresa inició la producción en 1943 en San Rafael del Sur, localidad situada a 45 km al sudoeste de Managua.

La planta, que inicialmente tenía una capacidad de producción de clínker de 60 t diarias, se amplió en 1955 con un nuevo horno. En la actualidad cuenta con un total de cinco hornos, todos los cuales funcionan por vía húmeda.

<u>Hornos</u>	<u>Año de iniciación</u>	<u>Capacidad nominal</u>	<u>Capacidad máxima</u>
N° 1	1943	60 t/24 h	70 t/24 h
N° 2	1955	100 t/24 h	120 t/24 h
N° 3	1961	150 t/24 h	160 t/24 h
N° 4	1969	300 t/24 h	360 t/24 h
N° 5	1978	300 t/24 h	360 t/24 h
<u>Total</u>		910 t/24 h	1 070 t/24 h

El horno N° 1 no produce clínker. Se están realizando ensayos para la fabricación de cal apagada. Los cuatro hornos restantes tienen una capacidad máxima total de 1.000 t de clínker/24 h. Con un factor de funcionamiento del 85%, esto equivale a una producción anual total de 310.000 t de clínker c, con la adición de un 5% de yeso, a 326.000 t de cemento portland.

También se muele cemento en la planta de molienda Exmisa, ubicada al oeste de Managua, en las afueras de la ciudad. Esta planta se construyó en parte para que suministrara cemento a una fábrica cercana (Mayco) de productos de hormigón, y en parte para la fabricación de cemento puzolánico a base de piedra pómez de diferentes depósitos situados al oeste de Managua.

La producción del primer horno, ubicado en San Rafael del Sur, fue supervisada, desde su puesta en funcionamiento en 1943 hasta 1973, por ingenieros de la firma F.L. Smidth, contratados a largo plazo. La citada firma proporcionó además servicios técnicos y piezas de repuesto. La Compañía Nacional y la F.L. Smidth mantuvieron estrechos contactos hasta 1980.

En 1980, la Compañía Nacional pasó a manos del Gobierno. Debido a la escasez de divisas, la adquisición de piezas de repuesto de Dinamarca, y la prestación de servicios técnicos de la firma F.L. Smidth, se han reducido considerablemente, lo que ha tenido como resultado un deterioro gradual de las condiciones mecánicas y de funcionamiento del equipo.

En la planta de molienda Exmisa, las dificultades aumentaron considerablemente. La razón de ello es que la mayor parte del equipo se compró de segunda mano a distintos proveedores, principalmente de los Estados Unidos.

Recientemente, fondos procedentes de una donación de DANIDA (Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional) se destinaron a la adquisición de algunas de las piezas de repuesto más necesarias. Con ello se aliviarán, pero en modo alguno se resolverán, los problemas de producción de la fábrica de San Rafael del Sur y de la planta Exmisa.

En el anexo 2 puede verse la evolución del consumo total del cemento en Nicaragua durante los últimos diez años. El cemento de fraguado rápido, de la norma ASTM (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales) tipo 3, y el cemento puzolánico, sólo representan una parte insignificante del consumo total de cemento en Nicaragua. En 1988, no se fabricó cemento de ninguno de esos dos tipos.

En el diagrama del anexo 3 puede verse el consumo total mensual durante los años 1987 y 1988.

4. Proceso de producción

4.a. San Rafael del Sur

4.a.1. Generalidades

Como ya se ha indicado, la fábrica está funcionando por vía húmeda. Una vez triturada en un molino de martillos, la caliza de diferente contenido en CaCO_3 se almacena junto a la fábrica. La caliza se alimenta a los molinos de crudo, y la pasta se mezcla en una serie de balsas con suficiente capacidad para asegurar una alimentación de los hornos razonablemente homogénea. La cocción se realiza en los cuatro hornos a base de fuelóleo. El clinker se transporta a un almacén cubierto y se muele en molinos de cemento de circuito abierto. Parte del clinker se muele en la planta Exmisa, cerca de Managua.

4.a.2. Materias primas

Cuando la planta de cemento entró en servicio, la mezcla de materias primas se componía de caliza muy rica, arcilla y sílice. La primera cantera que empezó a explotarse está ubicada en San Pablo, dos kilómetros al sudoeste de la planta (véanse los mapas de los anexos 7 y 8).

Ante la creciente dificultad de obtener caliza con un contenido en CaCO_3 lo suficientemente elevado para la citada mezcla de materias primas, se decidió hacer ésta a base de caliza de gran riqueza y de caliza poco rica procedentes de distintas canteras. Entre Santa Rosa, a ocho kilómetros al suroeste de la planta, y La California, a 18 kilómetros al noroeste, se han explotado muchas canteras diferentes.

En la actualidad, la caliza se extrae en San Pedro y se calcina en el horno N° 5. De la cantera de La California se extrae caliza de gran riqueza que se utiliza en pequeñas cantidades como desulfurador.

La caliza normal de esta zona consiste en una mezcla de conchas marinas incrustadas en arcilla y en arena silícea. La situación de la caliza es bastante confusa, y es preciso hacer considerables esfuerzos para extraer de modo continuo caliza suficiente.

Si se tiene gran experiencia, la titulación o valoración puede efectuarse con razonable exactitud a base del color de la roca.

La roca utilizable forma capas de un espesor de dos a cuatro metros, cubiertas de capas de arenisca y de arcilla de un espesor de hasta 25 metros.

Con la asistencia de un geólogo de Cuba, se ha venido realizando un programa de perforaciones al norte de la fábrica, con objeto de disponer de una base que permita una explotación mejor y planeada. Debido a la escasez de fondos, las perforaciones se han interrumpido.

No pudo disponerse de ningún informe sobre las perforaciones realizadas. Según informes preliminares, existen las siguientes reservas de caliza:

	<u>De grar. calidad</u>	<u>Total</u>
Tierra de recubrimiento	15,0 m	13,3 m
Caliza	3,4 m	7,1 m
Valoración (titulación)	87,3%	73,7%
Cantidad	1,4 millones de t	3,5 millones de t

Las cifras demuestran claramente la gravedad de la situación de las materias primas. Antes de considerar cualquier proyecto de expansión de la planta, deberá realizarse una investigación a fondo de las materias primas, a fin de localizarlas en cantidades suficientes y de calidad adecuada para poder establecer un programa de explotación razonable.

En el anexo 9 figura un análisis de calizas de diferentes canteras que estaban en explotación en 1980. En el anexo 10 figuran análisis diarios de la pasta de caliza procedente de las canteras de San Pedro y de La California.

Los anexos 11-19 son fotos tomadas desde diversas partes de los depósitos de caliza.

4.a.3. Preparación de la pasta

Después de triturar la caliza en molinos de martillos con una capacidad de 35 t/h y de 120 t/h, respectivamente, la caliza se transporta al molino de crudo N° 1, U.M. 20 x 8,8, de una capacidad de 17 t/h, y a continuación se hace pasar por tres molinos de crudo idénticos de U.M. 24 x 8,8, cada uno de ellos con una capacidad de producción de 35 t/h. La pasta se hace pasar por tres balsas utilizadas en serie, con una capacidad de 800 m³, 1.700 m³ y 3.400 m³, respectivamente, antes de ser alimentada a los hornos.

La calidad de la pasta se mantiene mediante un continuo equilibrio de la valoración o titulación deseada. El valor de consigna de la titulación se basa en los análisis de la carga del horno del día anterior (titulación: 73,5%-74,0%). Existen tomamuestras de pasta continuos y viscosímetros, pero todos están fuera de servicio. En vista de ello, las valoraciones se hacen a base de muestras discontinuas tomadas de hora en hora. Los tomamuestras permitirían un control mejor, y más fácil, de la pasta, así como un contenido en humedad más bajo de la carga de los hornos.

Normalmente, uno o dos molinos producen pasta de alta valoración o de baja valoración.

El contenido medio en agua de la pasta de los hornos se mantiene al 38%-39%, debido a la dificultad de mantener las bombas de pasta en buen estado de funcionamiento. Con un funcionamiento óptimo de las bombas, el agua podría reducirse aproximadamente a un 35%, lo que supondría un ahorro de combustible de los hornos de hasta 100 kcal/kg de clínker.

Todos los molinos de crudo están equipados con Folaphones, pero ninguno de ellos está en condiciones de servicio.

Se dispone de suficientes elementos molturadores, la mayor parte de ellos de origen español, para más de seis meses de trabajo.

El personal de la planta es consciente de la importancia de mantener llenas las balsas de pasta, pues con ello se asegura la homogeneidad de la carga de los hornos y facilita un funcionamiento uniforme de éstos.

4.a.4. Funcionamiento de los hornos

Cuando los autores del presente documento visitaron Nicaragua, únicamente el horno más moderno, el N° 5, estaba funcionando. Su funcionamiento parecía relativamente normal, pese a la falta de algunos de los instrumentos más importantes. La formación de la llama era lenta, por lo que se sugirió un aumento de la velocidad del aire primario en la boquilla de la tobera. No es posible efectuar ajustes más precisos del funcionamiento del horno por la incertidumbre respecto del contenido en O₂ y por la falta de un aparato Orsat.

Aunque la garantía de producción original de este horno era de 300 t/24 h, la producción puede mantenerse a un máximo de alrededor de 360 t/24 h. El consumo de calor es demasiado elevado, debido en parte a un excesivo contenido en agua de la carga del horno y en parte a la imposibilidad de ajustar debidamente el funcionamiento del mismo.

El hecho de que se consiga una producción razonable pese a las dificultades mencionadas puede explicarse por la larga experiencia de una gran parte del personal de la fábrica. Por ejemplo, el director de producción -Sr. Antonio Cruz- está trabajando en la fábrica de cemento desde el año 1956.

Según los datos facilitados, el rendimiento de los hornos es el siguiente:

<u>Horno</u>	<u>Producción máxima</u>	<u>kcal/kg</u>
N° 1	70 t/24 h	????
" 2	120	1 500
" 3	160	1 550
" 4	360	1 450
" 5	360	1 450

Se está estudiando un proyecto para la producción, en el horno N° 1, de cal apagada. Es probable que no merezca la pena reanudar en este horno la producción de clínker.

Como ya se ha indicado, los hornos Nos. 2, 3 y 4 no estaban en funcionamiento durante la estadía de los autores en Nicaragua. A causa de ello, las reservas de clínker se han reducido a unas 8.000 toneladas, 6.000 de las cuales están almacenadas al aire libre, por lo que el material está bastante húmedo.

En el anexo 20 figuran análisis del clínker producido.

Especialistas de Checoslovaquia han hecho un estudio sobre el empleo de carbón vegetal para caldear los hornos. En ese estudio se ha llegado a la conclusión de que el carbón vegetal producido a base de madera de eucalipto será considerablemente más barato que el fuelóleo que en la actualidad se

utiliza, y para cuya adquisición ha de recurrirse a las escasas divisas disponibles. Sin embargo, debido a la escasez de fondos de inversión, hasta ahora no se ha hecho ningún progreso en ese sentido.

4.a.5. Almacenamiento del clinker

El clinker, a una temperatura que varía entre los 180°-200°C, se transporta directamente a los silos para alimentar los molinos de cemento. El clinker que no cabe en los silos se lleva al almacén cubierto, cuya capacidad es de aproximadamente 16.000 t.

4.a.6. Molienda del cemento

El cemento se muele, en circuito abierto, en tres molinos idénticos de U.M. 24 x 8,8. Cada molino produce aproximadamente 15 t/h. El control de la producción es muy difícil, pues los Folaphones están totalmente fuera de servicio, y el enfriamiento interno del agua y las mediciones de las temperaturas del cemento son extremadamente irregulares. El sistema despolvador de los molinos de cemento está fuera de control, y los precipitadores electrostáticos no funcionan satisfactoriamente.

Sólo se está produciendo cemento portland ordinario del tipo 1 de la ASTM. Véanse los anexos 21-23, en los que figuran los resultados de los análisis físicos y químicos.

Conviene observar que, a veces, el cemento producido no se ajusta a las especificaciones de la ASTM tipo 1. Es imprescindible que los molinos de cemento estén dotados de instrumentos y de otros medios que permitan un proceso de producción uniforme y bien supervisado.

El yeso que se añade procede de depósitos cercanos a León, a unos 100 km del lugar en que se halla la fábrica. El yeso crudo sólo contiene aproximadamente un 50% de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, pero difícilmente pueden atribuirse a las impurezas su relativamente escasa resistencia.

4.a.7. Planta de ensacado

El cemento se almacena en silos y se expide en parte a granel y en parte ensacado. En San Rafael, la distribución entre el cemento a granel y el cemento ensacado es la siguiente:

	<u>Granel</u>	<u>Ensacado</u>	<u>Total</u>
1986	27 366 t	229 685 t	257 051 t
1987	61 500 t	193 700 t	255 200 t
1988*	36 346 t	128 757 t	165 103 t

* Enero-octubre inclusive.

El cemento se ensaca mediante dos ensacadoras Fluxo giratorias de 12 canaletas. El sistema de desempolvo es muy ineficiente. El equipo de carga a granel es rudimentario y está deteriorado, lo que hace que la carga de los transportadores lleve demasiado tiempo.

Se utilizan dos tipos de sacos: uno fabricado localmente -a base de papel importado de El Salvador- en una empresa económicamente independiente de la compañía de cemento, y otro importado de Costa Rica. Los sacos de fabricación nacional son de escasa calidad, razón por la cual se utilizan sacos de importación cuando se dispone de divisas.

4.a.8. Control de calidad

El control de calidad se efectúa en un polvoriento laboratorio de la planta, en locales sin aire acondicionado y con muy poco equipo.

Procedente de Dinamarca, está en camino equipo de laboratorio enviado gracias a una donación de la DANIDA. Es imprescindible que todo este nuevo equipo se instale en condiciones mucho mejores por lo que al polvo y a la temperatura se refiere. De lo contrario, las ventajas de esta inversión puede que en gran parte se desaprovechen por completo.

En el anexo 24 figuran los análisis de la pasta de los hornos efectuados en los laboratorios de la empresa F.L. Smidth de Copenhague. Según esos laboratorios, el contenido en Al_2O_3 suele ser demasiado bajo.

En los anexos 25-33 se reproducen fotos de la fábrica de San Rafael del Sur.

4.b. Exmisa

4.b.1. Generalidades

El clínker se transporta desde San Rafael a la planta de molienda Exmisa, ubicada al oeste de Managua, en las afueras de la capital. Originalmente, esta planta se instaló con objeto de fabricar cemento portland, de los tipos 1 y 3, con destino a la fábrica Mayco, para la producción de vigas, bloques, etc., de hormigón. La mayor parte del equipo se adquirió de segunda mano en los Estados Unidos.

Más tarde se inició la producción de cemento puzolánico, utilizando para ello piedra pómez de todos los depósitos de la península de Chiltepe, a 20 km de Managua.

4.b.2. Cemento puzolánico

La producción de cemento puzolánico se inició en 1983. Como se ha dicho, el material puzolánico de origen volcánico (la piedra pómez) se extraía de la península de Chiltepe, a unos 20 km al oeste de la planta. Desde 1983, sólo se ha fabricado un total de 10.987 t (véase anexo 34).

La piedra pómez, un material muy poroso, contiene hasta un 35% de humedad. El secado se efectúa en un tambor de secado independiente con una capacidad de 3 a 6 t/h, según el contenido en humedad.

El clinker, el yeso, y un 35% de piedra pómez, se muelen juntos en circuito abierto. La planta tiene en funcionamiento dos molinos adquiridos de segunda mano, y se está montando un tercer molino. Este último fue entregado nuevo por la empresa F.L. Smith en 1978, pero su montaje se abandonó poco después de la entrega. En la actualidad, el montaje está casi terminado, pero algunas piezas, sobre todo de los suministros eléctricos, se han perdido. Parte de las piezas suministradas se han utilizado como piezas de respuesto en la fábrica de San Rafael.

En el anexo 34 se indican la capacidad de producción de los molinos y otros detalles.

Desde el punto de vista mecánico, el secador se halla, al igual que toda la planta, en un estado muy deficiente (véase la sección 5). Desde 1987 no se ha producido cemento puzolánico. En el anexo 35 figuran datos sobre la calidad del cemento puzolánico producido ese año. La calidad del mismo apenas si cumple con las especificaciones ASTM 595, tipo IP, para el cemento portland puzolánico.

4.b.3. Cemento portland

En Exmisa también se ha fabricado cemento portland de los tipos 1 y 3 (véase anexo 34). Desde 1983, se ha molido un total de 24.117 t de cemento del tipo 3. La fabricación del tipo 3 se interrumpió en 1987, por desacuerdos respecto de la diferencia de precios entre el tipo 1 y el tipo 3.

Ambos tipos de cemento portland se fabrican en circuito abierto. Por ello, la molienda del tipo 3 será ineficiente, como se ha observado por el consumo específico de energía: aproximadamente 60 kWh/t (tn). En el anexo 35 se indica la calidad del mismo; su resistencia no cumple con las especificaciones de la ASTM 150.

4.b.4. Funcionamiento de los molinos y control de calidad

Los dos molinos de cemento en servicio están en condiciones muy deficientes. El control de la temperatura se efectúa de hora en hora mediante comprobación manual. La ventilación de los molinos es irregular, y, aparte de análisis granulométricos, sólo pueden efectuarse controles de laboratorio en el de la fábrica de San Rafael del Sur.

4.b.5. Planta de ensacado

La planta de ensacado consiste en dos ensacadoras Fluxo de dos canaletas, que se hallan en muy mal estado y en un lugar extremadamente polvoriento.

Por lo que se refiere a la calidad de los sacos de cemento, la situación es idéntica a la de San Rafael del Sur.

4.b.6. Puzolana

Durante la fabricación de cemento puzolánico, la piedra pómez se extraía de depósitos de origen volcánico situados en la península de Chiltepe, al oeste de Managua. En la actualidad, la Compañía Productora de Cemento no tiene acceso a esos depósitos, pues han sido incluidos en un proyecto estatal para la cría de ganado y la producción de leche. La propiedad está en litigio, y debiera procurarse obtener un permiso temporal para explotar tales depósitos. El Instituto Nicaragüense de Minería ha realizado otras investigaciones de la piedra pómez, pero con miras a fabricar bloques de construcción ligeros. Un especialista colombiano, el Sr. G. Morales, ha incluido esas investigaciones en un estudio de la ONUDI, que ha llevado seis meses, sobre materiales de construcción en Nicaragua. En los citados depósitos, no se ha comprobado la actividad puzolánica, cosa que debiera hacerse por su posible utilidad para la fabricación de cemento puzolánico. Para la futura fabricación de este tipo de cemento, deberían realizarse investigaciones a fondo con respecto a la situación, las cantidades, la molidurabilidad, la humedad, la actividad puzolánica, etc.

No se ha hecho ningún esfuerzo por asegurarse otros suministros de piedra pómez, debido probablemente al deficiente estado en que se hallan las instalaciones de secado de piedra pómez.

En los anexos 36-39 pueden verse fotos de Exmisa.

5. Situación mecánica del equipo actual

Fábrica de clinker de San Rafael

Trituradoras de materias primas (2 unidades)

Las máquinas funcionan razonablemente bien. En la planta de trituración no se observaron problemas serios.

Transportadora de cinta (4 unidades)

Las transportadoras muestran signos de deterioro, pero todavía funcionan sin problemas importantes. Hay que hacer constar las siguientes observaciones: derrame de material en las cajas de canaleta, faltaban rascadores de cinta, las cajas de canaleta estaban abiertas y faltaban las puertas de visita (inspección).

Almacén de materias primas

Normal.

Cintas transportadoras: zona de almacenaje/molinos
(4 sistemas de transporte)

Las cintas transportadoras parecen descuidadas, pero hasta ahora no se han planteado problemas de funcionamiento.

Las tolvas metálicas de los extractores de material han sufrido golpes o fracturas de consideración en ciertos lugares y a causa de ello se producen atascos. Faltan tornillos y material de ensacado en las conexiones embridadas; en numerosos puntos de las cintas transportadoras se observaron importantes derrames de material. Faltan muchos rascadores de cinta.

Conclusión

Es necesario cierto grado de mantenimiento. No se precisan piezas de repuesto, salvo cojinetes de tensión que pueden adquirirse localmente.

Molinos de crudo

Molino No. 1	33 t/d
Molino No. 2	17 t/d
Molino No. 3	33 t/d
Molino No. 4	33 t/d

Todos los molinos están casi en las mismas condiciones. Es necesaria una limpieza general de las máquinas.

En las coronas dentadas se observó un importante derrame de aceite. En el mecanismo de accionamiento de los molinos no había precintos de aceite.

Para tres de los cuatro molinos, se proporcionaron sensores y dispositivos electroacústicos Polaphone, con objeto de vigilar la temperatura de los cojinetes principales.

Actualmente, falta la mayoría de esos elementos, y las unidades aun instaladas no funcionan. Se señaló la presencia, en la pasta, de elementos molturadores.

Conclusión

Es necesario verificar la temperatura y el sistema Polaphone, y cursar pedidos de piezas de repuesto.

Bombas de pasta y compresores

No se observó ningún malfuncionamiento, pese a la antigüedad de estas unidades. Sin embargo, surgen problemas a causa del desgaste; la capacidad de algunas bombas no es satisfactoria. De todos modos, la expedición de FLS que está en camino comprende componentes para este departamento de la planta, por lo que, una vez instaladas dichas piezas, las unidades volverán a funcionar normalmente.

Conclusión

En general, estos elementos están en buenas condiciones. Si se precisaran componentes adicionales, deberán pedirse en una fase posterior.

Balsas de pasta

Los carros para el mecanismo de agitación de las tres balsas muestran signos de desgaste. No obstante, las piezas de repuesto llegarán pronto a la planta, por lo que no hay una necesidad inmediata de piezas adicionales.

Horno No. (50 t/d)

Este horno está en muy malas condiciones, y es dudoso que su producción (50 t/d) justifique los gastos ocasionados por concepto de reparación y mantenimiento. De todos modos, el cliente proyecta iniciar la producción de cal.

Conclusión

Para que el horno pueda seguir funcionando, es esencial un suministro de piezas de repuesto. La cuestión es si esto está justificado desde el punto de vista económico.

Horno No. 2 (120 t/d)

Este horno está en malas condiciones; tiene tres soportes, y, sobre todo en el soporte No. 2, pueden apreciarse signos de desgaste en la corona de rodadura y en los rodillos portadores. En la próxima expedición, FLS suministrará piezas de repuesto para este horno por un valor de

aproximadamente 1,7 millones de coronas danesas; por esta razón, debieran hacerse las inversiones necesarias para la renovación de este horno.

Conclusión

Para el soporte No. 2, podrán suministrarse en el futuro piezas de repuesto (corona de rodadura y rodillos portadores).

Horno No. 3 (160 t/d)

Este horno parece estar en bastantes buenas condiciones, salvo en lo que se refiere a los soportes Nos. 3 y 4 (véase anexo 44), pero como quiera que la próxima expedición que efectúe FLS comprenderá rodillos portadores y corona de rodadura para esos dos soportes, las condiciones del horno podrán mejorarse en ese aspecto.

Conclusión

No se necesitan más suministros.

Horno No. 4 (360 t/d)

Este horno está en bastantes buenas condiciones, excepto en lo que se refiere al soporte No. 1, que se ve afectado por problemas de desgarré en los rodillos portadores y de corrimiento en la corona de rodadura. La citada expedición comprende cuatro rodillos portadores que pueden utilizarse en los soportes Nos. 1, 2 y 3, pero en dicho suministro no figura ninguna corona de rodadura.

Conviene señalar que los hornos Nos. 4 y 5 son idénticos, por lo que las piezas pueden utilizarse para ambos.

Conclusión

Parece probable el futuro suministro de una corona de rodadura para el soporte No. 1.

Conviene señalar igualmente que, durante nuestra visita, el personal de mantenimiento de la planta realizó una inspección y una alineación del horno No. 4; sin embargo, la alineación no se hizo debidamente.

Horno No. 5 (360 t/d)

Este horno parece estar en buenas condiciones.

Plataforma del quemador

Gran parte del equipo está muy desgastado y ha quedado ya obsoleto. Justamente en este momento, falta cierto equipo eléctrico y ello está causando numerosos problemas.

También falta el repuesto de la caldera de vapor para el precalentador de petróleo; de todos modos, esta unidad ya ha sido enviada por FLS y se encuentra en camino.

La instalación de termotratamiento para la desalación y descalcificación no funciona bien.

Conclusión

No existen elementos de control para el equipo eléctrico del quemador de la planta. Sería conveniente instalar un "by-pass" o derivación en el sistema de suministros de petróleo, de modo que los hornos no tengan que ser necesariamente alimentados desde distintos sistemas.

Transporte del clínker

Las cadenas de arrastre, detrás de los hornos, parecen estar en condiciones razonables. A medida que nos acercamos al almacén de clínker, las condiciones se van deteriorando, y al llegar al elevador y a la cadena de arrastre del almacén de clínker esas condiciones son muy deficientes.

Conclusión

Se necesitan piezas de repuesto para las cadenas de arrastre y para el elevador. Además, es necesaria una limpieza a fondo.

Silos de clínker y transportadores correspondientes

Las cadenas de arrastre, los transportadores de tornillo sin fin, los transportadores de cangilones, los elevadores, y las cintas o bandas, se hallan en un estado crítico y son necesarias una revisión mecánica a fondo y un reacondicionamiento de los mismos.

Molinos de cemento

Molino No. 1	Desmontado
Molino No. 2	15 t/d
Molino No. 3	15 t/d
Molino No. 4	Fuera de servicio

Aparentemente, las condiciones mecánicas de los tres molinos no parecen diferir mucho. Conviene subrayar que la primera impresión que se tiene es que la planta está descuidada en el aspecto del mantenimiento; como primera medida, se recomienda una limpieza a fondo. Los departamentos de la planta más descuidados parecen ser el circuito de los molinos de cemento y la planta de ensacado.

Los dispositivos electroacústicos Polaphone y los sensores de temperaturas de los cojinetes no funcionan.

Las condiciones del sistema de inyección de agua son tan deficientes que difícilmente merecerá la pena reacondicionar el sistema. Los amortiguadores

servoaccionados para la regulación de la corriente de aire a través de los molinos carecen de brazos de conexión a los motores, y son regulados a golpe de martillo. Se observó un considerable derrame de aceite en las coronas de las ruedas de engranajes.

La unidad de engranajes del molino N° 4 está desmontada a causa de los problemas que se planteaban con las ruedas de engranajes. Además, las membranas del árbol de torsión están deterioradas (véase anexo 46).

Conclusión

Es muy necesaria la asistencia de expertos en la planta para restaurar su funcionalidad. Se espera un importante suministro de piezas de repuesto para este departamento de la planta.

Desempolvamiento de los molinos

La eficiencia de desempolvamiento es sumamente baja. La eficiencia colectora de los dos precipitadores electroestáticos es muy baja, y la contaminación del aire por el polvo es enorme (véanse los anexos 50-51).

Conclusión

Se recomienda que, inicialmente, se envíe a la planta un especialista en precipitadores; este especialista deberá formar al grupo de mantenimiento de la planta en colaboración con el supervisor técnico de ésta. Es evidente, por las razones apuntadas, que se precisará un suministro de piezas de repuesto.

Planta de ensacado (2 máquinas)

Como ya se ha indicado, la planta de ensacado es, sin duda alguna, la más afectada de las instalaciones de la planta.

Desde hace casi cinco años, está fuera de servicio un filtro de manga para el desempolvo de la unidad ensacadora No. 2. El compresor de aire necesario para producir las vibraciones neumáticas se precisó en otro lugar de la planta, y en vista de ello se desmontó y no volvió a reinstalarse.

Como en el caso de muchas otras máquinas de la planta, el filtro está equipado con una estructura en forma de cubierta (véase anexo 52). Este método se utiliza, con objeto de impedir la entrada de agua, en todos aquellos lugares en que se ha producido alguna grieta o endadura en la cubierta de los edificios.

Por ejemplo, la mayor parte del equipo de la estación del generador de emergencia tiene cubiertas similares.

Las unidades ensacadoras experimentan pérdidas de material en algunos puntos a causa de la exposición al desgaste, pero están en camino piezas de repuesto de FLS. Es indudable que ambas ensacadoras pueden reacondicionarse hasta un nivel aceptable de funcionamiento, pero la situación seguirá siendo muy molesta para los operarios a causa del polvo que se produce por la mala calidad de los sacos.

Los sacos importados son demasiado caros, y los obtenidos localmente dejan que desear, tanto desde el punto de vista de la calidad del papel como de su fabricación.

El sistema de transporte de polvo necesita mantenimiento. El derrame de polvo de las ensacadoras es tan importante, y la capacidad de transporte de los transportadores de tornillo sin fin es tan baja, que no puede accederse al subsuelo por estar éste cubierto de polvo hasta una altura de varios metros.

Conclusión

Una vez instaladas las nuevas piezas de repuesto, será preciso hacer una comprobación por si se necesitaran piezas adicionales. Cabe esperar asimismo que se requiera la contratación de un especialista externo para que preste asistencia en la planta, pues ésta tiene muchos problemas técnicos que requieren atención.

Granel

Es necesario un reacondicionamiento total del sistema.

Estación generadora

Generador No. 6: El estator está averiado.
Generador No. 7: En buenas condiciones.
Generador No. 8: En buenas condiciones.
Generador No. 9: El arrancador se encuentra en mal estado.

El mecánico de servicio comunicó que frecuentemente se planteaban problemas con todos los generadores, y se quejó de los largos plazos de entrega.

Conclusión

No se requiere ninguna acción inmediata.

Molinos de cemento de la planta EXMISA

Almacén de clínker y de áridos

Hay que decir que el almacén y los dispositivos extractores se hallan en bastante buen estado. Mantenido debidamente, la planta podrá funcionar sin necesidad de que se le suministren piezas de repuesto.

Secador giratorio (puzolana)

El sistema precalentador de petróleo para la caldera está en condiciones críticas, y será casi imposible reacondicionarlo. Toda la instalación se adquirió de segunda mano, y varios de sus elementos son de marcas diferentes. Será una tarea más que difícil localizar las fábricas correspondientes y obtener piezas de repuesto, y no hay la menor garantía de que esas fábricas sigan existiendo.

El estado del tambor secador también es crítico, y se precisarán esfuerzos mecánicos considerables para reacondicionar la unidad de modo que pueda funcionar perfectamente. Parecía necesario reacondicionar la estación motriz (sólo parcialmente instalada). Los rodillos portadores y las coronas de rodadura están muy gastados, por lo que probablemente será necesario cambiarlos.

Entre el horno y el tambor secador hay un intervalo de aire de aproximadamente 50 a 100 mm que es necesario obturar. Teniendo en cuenta el costo de sustitución de la unidad, convendría más reacondicionarla.

Conclusión

Se han hecho inversiones en una nueva instalación precalentadora de petróleo. Es necesario reacondicionar el tambor secador.

Elevadores (2 unidades)

Funcionan todavía, pero su situación es crítica. El funcionamiento mecánico de las estaciones motrices, de los amortiguadores, y de los transportadores de tornillos sin fin conexos, no es satisfactorio. En las cubiertas de los silos, están desmontadas secciones que debieran estar atornilladas, por lo que es imposible llenar todos los compartimentos de los silos.

Los transportadores de tornillos sin fin están funcionando sin suspensión de rodamientos, sujetos únicamente por hierros soldados.

Conclusión

Se necesitan piezas de repuesto para los transportadores del departamento de esta planta.

Extractores en los silos y molinos (6 extractores)

Los extractores están en funcionamiento, pero en condiciones críticas. Hay agujeros en los canales de descarga, que están soldados con chapas; intensa exposición a los atascos de material; faltan cierres obturadores; en consecuencia, el derrame de polvo es considerable.

Conclusión

Hay una falta de supervisión mecánica crítica, pero se requerirán grandes esfuerzos para rectificar la situación.

Molino No. 1

Su aspecto es lamentable; está en muy malas condiciones (véase anexo 58).

Conclusión

Para este molino, está previsto un futuro suministro de piezas de repuesto.

Molino No. 2

De vez en cuando no funciona a causa de su deficiente mecanismo de engranaje simétrico. Este molino da la impresión de estar descuidado; por ejemplo, el sistema de inyección de agua requiere urgente atención, pues hay que sustituir válvulas, manguitos y accesorios defectuosos.

Conclusión

Para que el molino pueda alcanzar los futuros objetivos de producción, será necesaria una inversión (3 millones de coronas danesas) en el reacondicionamiento de la unidad de engranajes Symetro.

Molino No. 3

Este molino todavía no se ha terminado de montar. El montaje se interrumpió hace varios años, pero ahora está casi terminado gracias al redespliegue del propio personal del cliente. Esta fase final del montaje no ha sido supervisada. En muchos lugares, se han utilizado tipos de pernos inapropiados, y en otros sólo se ha insertado, alternadamente, la mitad de los pernos, por haber desaparecido el resto de ellos durante el tiempo transcurrido.

El revestimiento Dragpeb no estaba debidamente instalado, pero se han adoptado medidas correctoras. Las chapas Dragpeb no se han enlechado, pues nadie parecía saber que esto era esencial.

Aunque no se han hecho comprobaciones, se da por supuesto que la estación motriz ha sido correctamente alineada.

Conclusión

Es necesaria la asistencia de un especialista en molinos para la revisión de éstos. Se recomienda, en particular, que el molino No. 3 se revise antes de su puesta en servicio.

Precipitador electrostático para el molino No. 3

El precipitador electrostático no ha sido instalado, y el molino funcionará sin él (véase anexo 59).

Algunas de las piezas originalmente suministradas para el precipitador se encuentran fuera de la zona de almacenaje cubierta. Entre ellas no hay piezas eléctricas, pues han desaparecido. Las piezas mecánicas están dispersas o se encuentran en cajas semiabiertas. Es evidente la presencia de ganado, durante muchos años, en los terrenos de la planta.

Conclusión

Debido a la falta de respeto por las piezas, es necesario hacer ahora una inspección a fondo de las mismas y volver a cursar un pedido por las que haga falta, que serán numerosas y de elevado costo.

Transportadores de tornillo sin fin: molinos y silos

Los transportadores de tornillo sin fin funcionan sin problemas, pero los canales de los tornillos no tenían tapas; en otros lugares, los transportadores están cubiertos de polvo y de suciedad.

Conclusión

Hay una falta de limpieza y de mantenimiento mecánico.

Extracción: silos y planta de ensacado

El lugar está muy sucio y el acceso es difícil debido a la falta de alumbrado, a la gran carga de polvo y a que los canales de los tornillos sin fin están al descubierto.

El sistema de tuberías para la ventilación de los silos tiene fugas, debido al mal estado de válvulas, manómetros, etc.

Conclusión

Este departamento de la planta necesita piezas de repuesto para el equipo neumático. Más adelante se determinará con exactitud el número de piezas a suministrar.

Planta ensacadora (2 unidades)

Esta planta está en condiciones deplorables. En ciertos puntos, el lugar de trabajo entraña riesgos laborales. Hay una elevada concentración de polvo en el aire por falta de un filtro despolvador, los silos están abiertos y existen numerosas fugas en el sistema.

Hay un filtro despolvador para las ensacadoras, pero está sin corriente (véase anexo 60) por falta de mangas en la caja del filtro.

En el caso de una ensacadora, falta la tolva de derrame, por lo que el polvo cae directamente al piso de abajo.

Conclusión

Las ensacadoras están completamente desgastadas, y si siguen funcionando se debe únicamente a la gran experiencia de los operarios. Se necesitan piezas de repuesto y la asistencia de un especialista externo.

Extracción de granel

En la planta de ensacado hay dos extractores de granel, pero el sistema está parcialmente destruido y se producen importantes derrames de polvo durante las operaciones.

Conclusión

Se necesitan piezas de repuesto y supervisión mecánica.

EXMISA: impresión principal

La planta se encuentra en un estado de desintegración. Hay en ella una falta de esfuerzo dinámico. Se recomienda encarecidamente la asistencia de un equipo de personal de mantenimiento para que reacondicione las instalaciones.

6. Futura demanda del mercado del cemento

6.a. Consumo total de cemento

En los anexos 2 y 3 puede verse la evolución del consumo de cemento en Nicaragua durante los últimos diez años. Desde la revolución de 1979, el consumo ha venido aumentando gradualmente hasta un máximo, en 1987, de 295.863 toneladas.

Diferentes organismos estatales e internacionales han estimado que el consumo aumentará un 7% anual cuando se encuentre una solución a la guerra actual entre Nicaragua y la Contra (véase anex 62). En el anexo 63 figura el consumo per cápita de los países de América Central.

La planta de San Rafael se explota actualmente a un 90% de su capacidad, y es razonable pensar que ese porcentaje de explotación permitiría obtener de los hornos Nos. 2-5, con una gestión y un mantenimiento apropiados, y si se dispone de piezas de repuesto, un total de 328.000 toneladas de clínker anuales. Añadiendo a esa cantidad de clínker un 5% de yeso, se obtendría un total de 345.000 toneladas de cemento anuales.

Según estimaciones de los citados organismos, el consumo de cemento el primer año después de conseguida la paz sería de unas 300.000 toneladas, produciéndose posteriormente un incremento anual de alrededor de 21.000 toneladas. Esto significa que la producción de cemento portland de la planta actual sólo podrá satisfacer la demanda de cemento durante los tres primeros años de paz en el país.

6.b. Cemento puzolánico

Tras el montaje del molino de cemento No. 3 de Exmisa, y una vez rehabilitada toda la planta, incluido el mecanismo de engranaje simétrico del molino de cemento No. 2, sería razonable esperar de esos dos molinos una producción de cemento puzolánico de 20 t/h. Esto equivaldría a una producción anual de 140.000 toneladas, a razón de 7.000 horas de funcionamiento anuales.

El cemento puzolánico fabricado en los años 1983-1987 se produjo con la adición de un 35% de piedra pómez. No se han hecho investigaciones, sin embargo, sobre la cantidad óptima de piedra pómez y la finura del producto. Esas investigaciones debieran realizarse con miras a una eficiencia óptima.

Si el cemento puzolánico se fabrica a base de un 35% de piedra pómez, para la producción total de ese tipo de cemento de los hornos Nos. 2 y 3 se requerirán 48.000 toneladas de piedra pómez. La producción máxima de cemento se aumentará de 345.000 toneladas a 393.000 toneladas, con lo que podrá satisfacerse el incremento del consumo previsto hasta cinco años después de concluida la paz.

Sin embargo, la actual capacidad de secado de piedra pómez es, tras una completa rehabilitación de la instalación de secado, de sólo 5 t/h como promedio a lo largo del año, lo que equivale a 35.000 toneladas de piedra pómez o 100.000 toneladas de cemento puzolánico; esto equivale también a 380.000 toneladas de cemento.

La instalación de un separador de gran eficacia en conexión con el molino de cemento No. 3 aumentaría la producción de cemento puzolánico a unas 165.000 toneladas, con una mezcla de 57.000 toneladas de piedra pómez y una producción anual de 402.000 toneladas de cemento. Esto se situaría al nivel del consumo previsto para cinco o seis años después de conseguida la paz en Nicaragua.

Durante los años 1983-1987, en que se fabricó cemento puzolánico, sólo se produjo un total de 10.087 toneladas, y únicamente para fines especiales. Sin embargo, este tipo de cemento, si se fabrica debidamente, será un buen producto para usos generales. Debiera prepararse ya al mercado, mediante información sobre el producto, demostraciones, etc., para la aceptación del cemento puzolánico.

Debiera reanudarse tan pronto como fuera posible la producción de cemento puzolánico, y procederse a su introducción gradual en el mercado.

6.c. Cemento a granel y ensacado

En 1986, un 15,3% del cemento expedido se transportó a granel. En 1987, esa cifra aumentó al 31,5%, aumento que se ha mantenido en 1988.

En el anexo 64 figura una lista de equipo disponible para el transporte del cemento a granel. En los próximos años convendrá proceder a una rehabilitación de las instalaciones de carga a granel.

7. Anexos

1. Personas que han intervenido
2. - 3. Consumo de cemento en Nicaragua
4. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de cemento
5. Plano general de la fábrica de cemento de San Rafael del Sur
6. Maquinaria y el equipo de la fábrica de cemento de San Rafael del Sur
7. Análisis químico de calizas
8. Datos diarios sobre la pasta de horno
9. - 17. Fotos de las canteras de caliza (ref.: Sección 4a)
18. Análisis diario de clínker
19. Análisis diario de cemento
20. Reporte mensual de cemento
21. Fábrica de San Rafael. Datos físicos sobre el cemento tipo I
22. Análisis químicos de la pasta de horno
23. - 31. Fotos de la fábrica de San Rafael (ref.: Sección 4a)
32. Planta de molienda Exmisa: equipo principal y datos sobre entregas de cemento
33. Planta de molienda Exmisa: datos físicos sobre el cemento tipo III y el cemento puzolánico
34. - 37. Fotos de la Planta de molienda Exmisa (ref.: Sección 4b)
38. - 53. Fotos de la fábrica de San Rafael (ref.: Sección 5)
54. - 59. Fotos de la planta de molienda Exmisa (ref.: Sección 5)
60. Consumo proyectado de cemento en Nicaragua
61. Consumo per cápita de cemento a nivel centroamericano
62. Informe sobre silos existentes
63. Mapa de la región de San Rafael
64. Mapa de los depósitos de caliza

Anexo I

Personas que han intervenido:

PNUD, Managua:

Orlando Olcese, Representante Residente del PNUD

Luis Correa, Oficial de programas

Ministerio de Relaciones Exteriores:

Carmen María Lan, Directora del Departamento de Proyectos de Cooperación Multilateral

Rosaura García, Vicedirectora

Ministerio de Industria, Comercio y Economía:

Oscar Mendoza, Subdirector General de Planificación

Dien García Fostre, Director de Inversiones

Lázaro Cruz Jiménez, Presidente de la Junta Directiva de la Emp. Metalmecánica

Fernando Velásquez, Presidente de Matconsult y Compañía Cementera

Mario Reyes, Geólogo, Empresa Servitec

Mataconsult:

Sandra Salazar Sánchez, Directora General

Javier Mesa, Director técnico

Marco Cruz, Jefe de grupo de geólogos

Andrés Rodríguez, Geólogo (de Cuba)

Gabriel Morales, Especialista en materiales de construcción (ONUDI)

Compañía Nacional Productora de Cemento:

Rigoberto Ramos, Director Gerente

Antonio Cruz, Director de producción

Mario Mandieta, Director de mantenimiento

Ariel Días, Director de minería

Marcos Carballo, Jefe de laboratorio

Ramón Moncada, Director de la planta de mollienda Exmisa

Víctor Manuel Montoya, Jefe del equipo de montaje (Exmisa)

Anexo 2

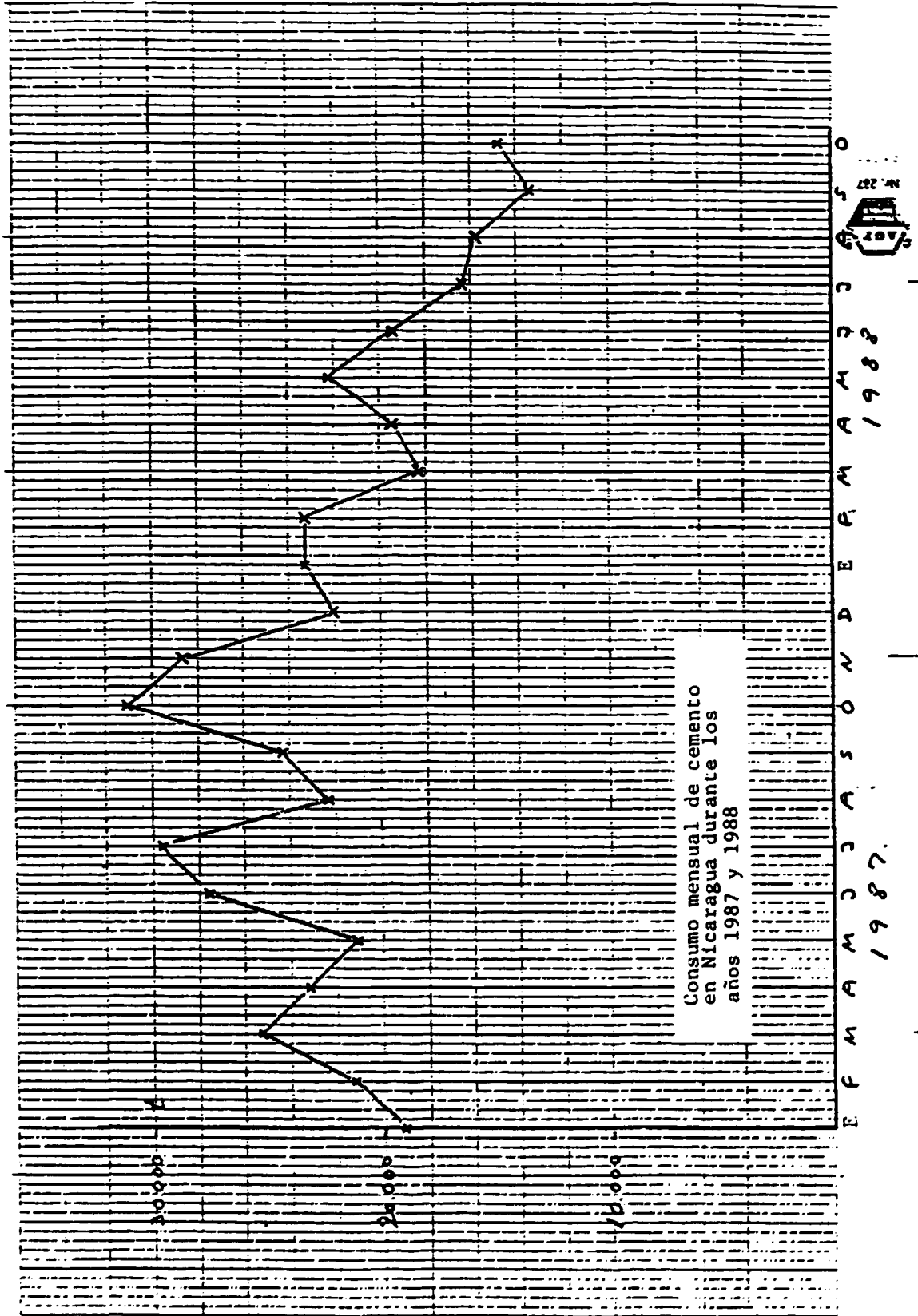
NICARAGUA

Consumo de cemento

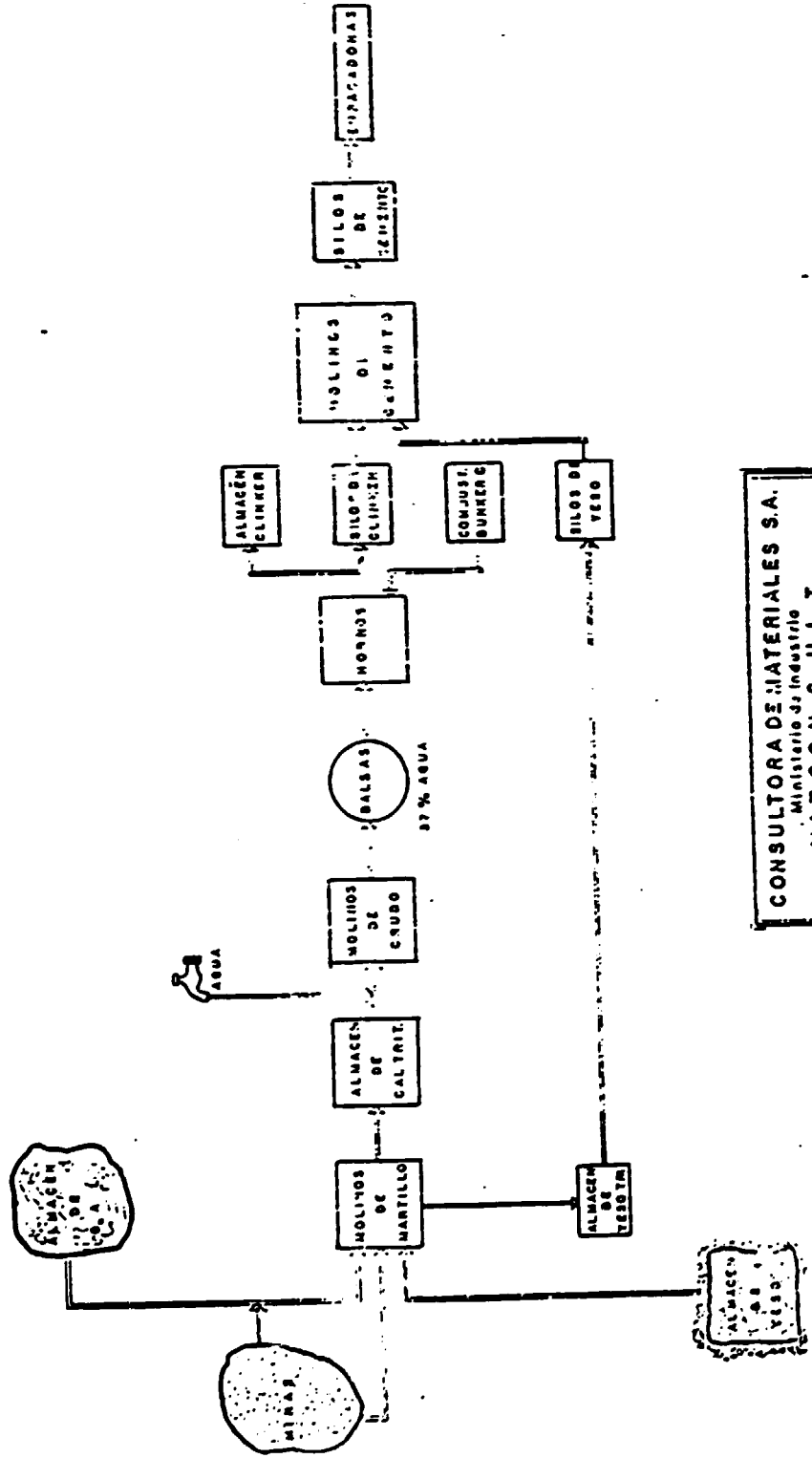
	Portland I	Portland III	Puzolana	Total
1979				85 000
1980				154 700
1981				167 000
1982				165 200
1983	217 604	10 044	1 252	228 900
1984	273 012	2 755	2 233	278 000
1985	228 624	2 637	3 739	235 000
1986	277 221	7 355	1 355	285 931
1987	292 129	1 326	2 408	295 863
1988*	186 982	0	0	186 982

* 1° de enero de 1988 - 31 de octubre de 1988.

Anexo 3



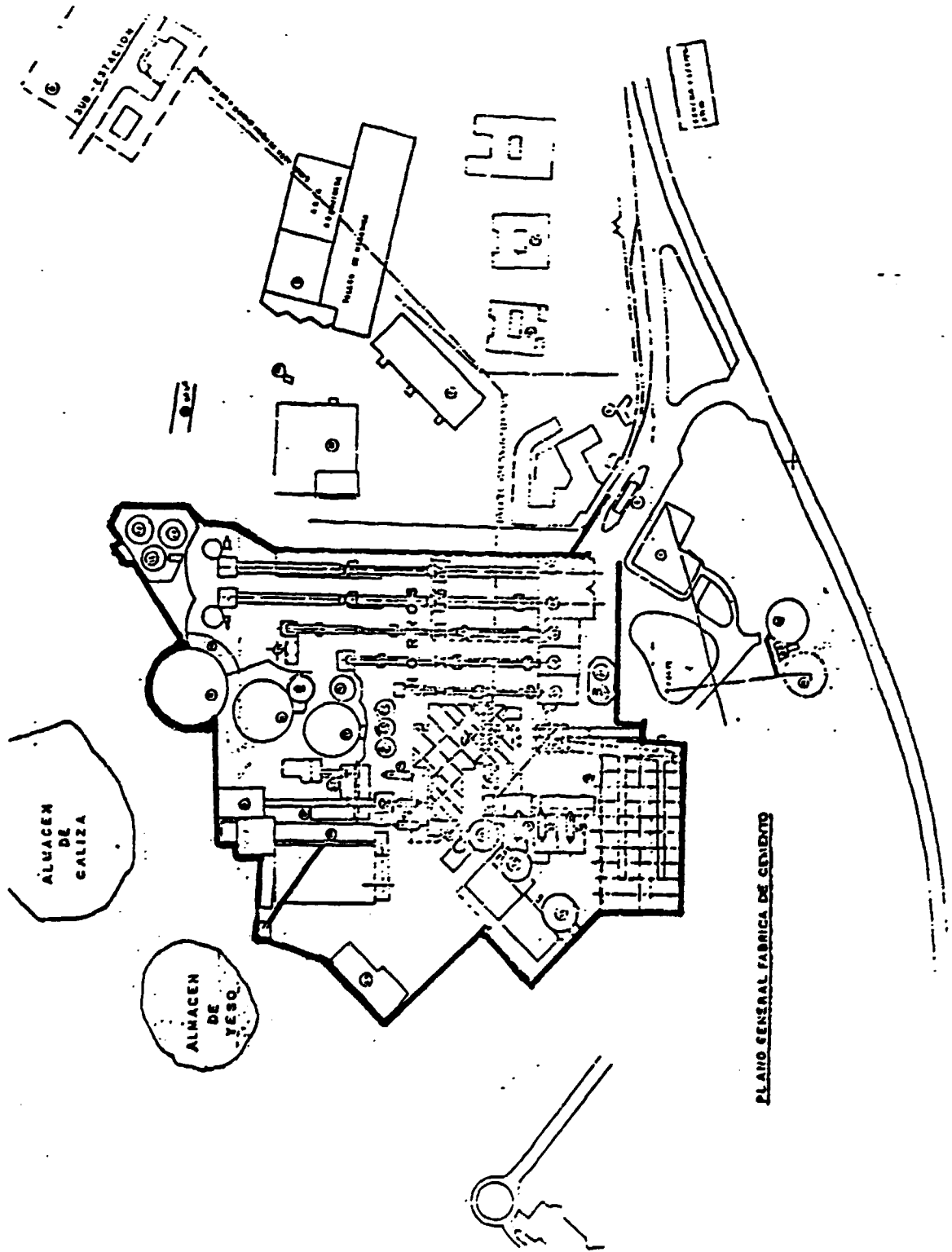
Anexo 4



CONSULTORA DE MATERIALES S.A.
Ministerio de Industria
MATCONSULT
CONTENIDO
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO: 111

MATCONSULT 048010

Anexo 5



PLANO GENERAL FABRICA DE CEMENTO

Anexo 6

CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA Y DEL EQUIPO DE LA FABRICA DE CEMENTO

CUADRO No. 2

	DIMENSIONES METROS	POTENCIA H.P.	CAPACIDADES			
			TON/DIA		TON/HORA	
			NOMINAL	PRACT.	PRACT.	TOTAL
A.- Molino de Martillo 2	1.200 x 800	2 x 40			30	
Molino de Martillo 3	1.600 x 1500	2 x 120			100	130
B.- Molino de Crudo 2	2.0 x 8.0	350			16	
Molino de Crudo 3	2.4 x 8.8	700			36	
Molino de Crudo 4	2.4 x 8.8	700			36	
Molino de Crudo 5	2.4 x 8.8	700			36	124
C.- Hornos 1	2.1 x 47		60	70		
Hornos 2	2.4 x 62		100	125		
Hornos 3	2.4 x 2.1 x 2.4 x 80		150	170		
Hornos 4	3.3 x 3.0 x 3.3 x 98		300	375		
Hornos 5	3.3 x 3.0 x 3.3 x 98		300	380		46.66
			Eliminando horno 1 --			43.75
D.- Molino de Cemento 2	2.4 x 8.8	700			16	
Molino de Cemento 3	2.4 x 8.8	700			16	
Molino de Cemento 4	2.4 x 8.8	700			16	53.0
E.- Ensacadoras 2	12 Bocas	(1.800 Sacos/hora)			75	
Ensacadoras 3	12 Bocas	(1.800 Sacos/hora)			75	150.0

MATCONSULT

Anexo 7

ANALISIS QUIMICO DE CALIZAS DE DIFERENTES CANTERAS EN EXPLOTACION (1980)

MINA	Sta. Rosa	K-2	San Pedro	K-4	K-11	K-3	K-1	K-5
OXIDOS								
SiO ₂	6,0	1,5	11,6	6,5	9,9	15,0	11,9	16,0
Al ₂ O ₃	0,2	1,2	3,5	3,4	2,3	1,9	3,0	3,9
Fe ₂ O ₃	1,2	0,4	3,2	1,0	0,9	1,3	1,7	2,1
CaO	49,0	52,6	43,8	49,0	47,7	43,0	44,2	42,2
P ₂ O ₅	0,2	0,30	0,3	1,2	2,6	2,7	1,3	1,9
P.P.	12,8	12,7	34,0	38,9	35,6	33,0	34,2	33,5
CaCO ₃	88,1	91,0	74,0	83,6	77,9	69,0	74,2	69,5

c.c. Cro. Mario Mendieta
Archivo
Extra

Ing. Marcos Carballo
Resp. Laboratorio F.C.

1
5
1

Anexo 8

COMPANIA NACIONAL PRODUCTORA DE CEMENTO

Mes de: Octubre 88 Pasta de la Balsa III

DIAS	SiO2	Al2O3	Fe2O3	P2O5	CaO	SO3	P.F.	R.I.	CaO Lib.	C4AF	C3A	C2S	C3S	FSC	M.H	M.S	M.A
1																	
2																	
3	19.7	2.9	1.4	1.2	452		34.6							104.1	2.4	3.9	1.5
4	14.1	2.7	2.1	1.3	439		34.4							94.9	2.3	3.9	1.2
5	14.0	2.4	2.0	1.3	444		34.2							103.5	2.4	3.2	1.2
6	13.7	2.2	1.9	1.4	442		34.8							104.3	2.5	3.3	1.2
7	15.6	2.6	1.9	1.3	437		34.7							103.6	2.4	3.0	1.4
8																	
9																	
10	14.3	2.8	1.7	1.3	443		34.2							94.6	2.4	3.2	1.7
11	14.4	2.5	1.9	1.3	446		34.3							101.5	2.0	3.3	1.3
12	14.5	2.9	1.9	1.2	436		34.5							96.5	2.3	3.1	1.5
13	14.6	2.9	1.9	1.3	444		34.1							97.8	2.3	3.0	1.1
14	14.4	2.6	1.9	1.3	442		33.8							94.4	2.3	3.2	1.4
15																	
16																	
17	14.1	2.6	1.9	1.3	432		34.5							99.4	2.3	3.1	1.4
18	14.1	2.4	2.0	1.3	435		34.5							99.9	2.4	3.3	1.2
19	13.9	2.5	2.0	1.3	431		34.0							102.3	2.5	3.1	1.3
20	14.1	2.1	1.9	1.3	436		34.6							98.5	2.3	2.9	1.6
21	14.0	2.1	1.9	1.2	442		34.6							101.6	2.4	3.5	1.1
22																	
23																	
24	14.2	2.6	1.9	1.2	439		34.4							94.9	2.4	3.2	1.4
25	13.8	2.4	1.9	1.2	443		34.3							104.1	2.5	3.3	1.3
26	13.7	3.0	2.0	1.1	437		34.7							103.4	2.4	3.2	1.4
27	13.4	2.1	1.9	1.2	445		34.9							108.9	2.6	3.3	1.1
28	13.8	2.2	1.9	1.2	436		34.7							102.4	2.4	3.3	1.2
29																	
30																	
31	14.3	2.4	2.0	1.2	435		34.4							98.4	2.3	3.2	1.2
MAX.																	
MIN.																	
PROM.	14.0	2.6	1.9	1.3	441		34.4							101.3	2.4	3.2	1.4
N																	
S																	

Alfaro 1



Cantera de caliza, San Pedro.



Cantera de caliza, San Pedro - Arvaque de las tierras de recubrimiento.

ALBA



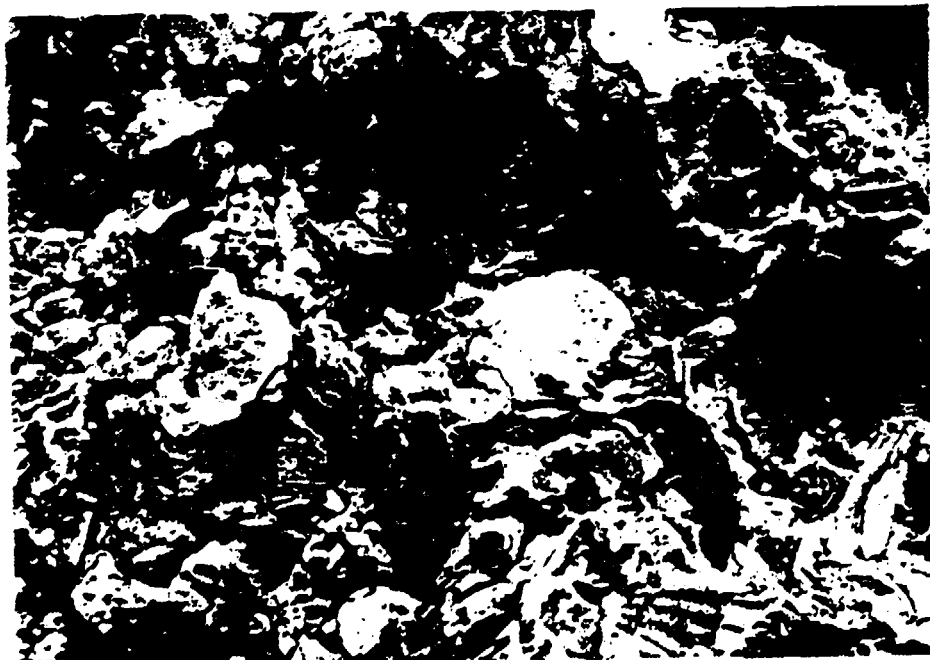
Cantera de caliza. Horno N° 2.



Cantera de caliza. San Pedro.



Caliza de la cantera de San Pedro.



Caliza de la cantera de San Pedro.



Cantera de caliza. Horno N° 2.



Cantera de caliza. Horno N° 1.



Cantera de caliza. Horno N° 5.



Cantera de caliza. La California.



Cantera de caliza. La California.
Caliza cubierta de roca silícea y de terreno arcilloso.



Cantera de caliza. La California.



Cancera de caliza. La California.

El geólogo cubano Sr. Andrés Rodríguez.



Cancera de caliza. La California.



Cantera de caliza. La Campaña.



Cantera de caliza. Santa Rosa.



Cantera de caliza. Horno N° 11.



Cantera de caliza. Horno N° 11.

Anexo 18

COMPANIA NACIONAL PRODUCTORA DE CEMENTO

Mes de: Octubre 1988

Clínter V

DIAS	SiO2	Al2O3	Fe2O3	PROB	CaO	SO3	P.F.	R.I.	CaO Lib.	C4AF	C3A	C2S	C1S	FSC	M.H	M.S	M.A
2	213	47	29	17	652		0.6		1.5	8.9	7.5	12.4	64.9	98.3	2.3	2.9	1.6
3																	
4	206	44	3.0	1.9	651		0.9		1.4	9.2	6.5	4.3	72.9	10.9	2.4	2.8	1.5
5																	
6	217	4.4	3.1	1.6	651		1.5		1.7	9.4	6.3	14.5	63.4	97.3	2.3	2.9	1.4
7																	
8																	
9																	
10	209	4.6	2.9	1.9	654		0.4		1.0	8.6	7.3	6.3	71.0	100.9	2.3	2.8	1.6
11																	
12	214	4.9	2.8	1.7	651		0.2		1.5	8.0	8.1	11.3	57.9	96.4	2.2	2.8	1.7
13	22.0	5.3	2.9	1.9	647		1.0		1.5	8.6	9.4	25.6	50.0	92.4	2.1	2.7	1.9
14																	
15																	
16	221	5.3	2.9	1.7	654		0.4		1.4	8.6	9.3	24.1	52.3	93.3	2.2	2.7	1.9
17																	
18	212	4.5	3.0	1.8	654		0.2		1.5	9.2	6.9	17.3	66.9	99.1	2.3	2.8	1.5
19																	
20	215	4.5	3.0	1.7	657		0.4		1.5	9.2	6.9	10.0	66.8	99.3	2.3	2.8	1.5
21																	
22																	
23																	
24	207	4.3	2.8	1.7	655		0.6		1.3	8.6	6.5	5.7	71.4	101.0	2.4	2.9	1.5
25																	
26	208	4.2	3.0	1.7	657		0.9		1.9	9.1	6.1	7.9	62.0	100.8	2.4	2.9	1.4
27																	
28																	
29																	
30	210	5.0	3.9	1.6	649		0.8		1.5	8.9	8.3	14.8	60.4	97.3	2.2	2.7	1.7
31	222	5.0	2.9	1.7	654		0.4		1.3	8.9	8.2	22.6	54.5	93.5	2.1	2.8	1.7
MAX.																	
M.I.N.																	
PROM.	213	4.7	2.9	1.7	654		0.5		1.5	8.9	7.6	13.4	63.3	97.9	2.3	2.8	1.6
N																	
9																	

Anexo 19

COMPANIA NACIONAL PRODUCTORA DE CEMENTO

Mes de: Octubre 1988

Cemento

DIAS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	P.F.	R.I.	CaO Lib.	C ₄ AF	C ₃ A	C ₂ S	C ₁ S	FSC	M.H	M.S	M.A
1																	
2																	
3	148	5.4	2.5	1.8	64.1	2.1	1.5	0.8	1.8	7.7	10.0	14.3	56.7	93.5	2.3	2.5	2.1
4	P																
5	17.9	4.8	2.8	1.7	63.9	1.8	1.8	1.0	1.9	8.6	7.9	11.7	60.1	97.5	2.3	2.6	1.7
6																	
7																	
8																	
9	143	4.4	2.8	1.9	65.6	1.7	1.4	1.2	2.2	8.6	7.0	6.5	72.0	93.0	2.5	2.3	1.6
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17	204	4.7	3.0	1.7	64.0	1.8	1.2	0.4	1.9	9.1	7.5	15.9	56.6	97.1	2.3	2.7	1.6
18																	
19	90.7	4.6	2.8	1.7	63.9	2.1	1.4	0.6	1.9	8.6	7.5	11.2	57.5	97.0	2.3	2.8	1.6
20																	
21																	
22																	
23	20.1	5.1	2.7	1.7	64.2	2.2	1.0	0.6	1.9	8.2	9.0	14.5	57.1	98.0	2.3	2.6	1.9
24	19.8																
25	19.8	3.9	2.9	1.6	63.5	1.9	1.6	2.4	2.2	8.2	5.5	7.3	63.2	98.4	2.4	2.9	1.4
26																	
27	14.8	4.9	2.5	1.6	64.9	2.1	1.0	0.4	2.0	7.5	8.9	9.3	63.0	98.7	2.4	2.7	2.0
28																	
29																	
30																	
31																	
MAX.																	
MIN.																	
PROM.	20.0	4.7	2.8	1.7	64.4	2.0	1.4	0.7	2.0	8.4	7.9	11.5	60.9	98.0	2.4	2.7	1.7
N																	
S																	

Anexo 20

COMPANIA NACIONAL PRODUCTORA
DE CEMENTO 1988

REPORTE MENSUAL DE CEMENTO

MES DE: OCTUBRE

AÑO: 1988

CEMENTO MOLINOS

DIA	FINURA		EXP. AUTO CLAVE	FRANG.		CONSISTENCIA	COMISIONES				CEMENTO I.O.L. No.	
	BLAINS	RESID 200		INICIAI.	FINAL		1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS		
1												
2	2,970	8.0	+0.11	240	3.45	23.6	950	2,250	3330	5650	Promedio 2 Dias	
3	2,990	7.5	+0.02	235	3.35	23.6	880	2,350	3530	6380	Molino	
4	No se hicieron ensayos muy poca moliente.											
5	2,970	9.0	+0.05	300	3.50	23.4		2200	3880	5920	Molinos	
6	2,980	8.5	+0.13	225	3.23	23.4		2180	3190	5450	"	
7												
8	3,090	7.0	+0.11	245	3.35	23.8	750	2350	3,810	5,520	Promedio P.	
9				Molino parado 511s			Linas					
10	2,960	8.0	+0.12	225	3.15	23.4	730	2,060	3,020	5,420	Molino	
11	3,020	8.5	+0.18	250	3.50	23.4	770	--	2,690	5,950	"	
12	3,010	8.5	+0.19	300	4.10	23.4		1,930	2,790	5,510	"	
13	2,980	8.0	+0.02	315	4.20	23.6		1,860	2,760	5,050	"	
14												
15	2,970	7.5	+002	230	3.40	23.8	730	1,810	2,920	5,520	Promedio	
16				Molino parado.								
17	3,150	6.5	+013	245	3.50	24.6	750	1,980	3,060	5,440	Molino	
18	3,120	7.0	+015	250	3.45	24.8	770		2,880	5,710	"	
19	3,190	6.0	+016	250	3.50	25.2		2,280	3,580	6,150	"	
20	3,230	5.5	+009	235	3.40	25.0		2,310	3,390	5,790	"	
21												
22												
23	2,900	8.5	+012	305	4.10	23.6	780	2,130	2,950	5,440	Promedio	
24	3,180	6.0	+024	320	4.15	24.8	1,030	2,180	3,320	6,320	Molino	
25	2,800	8.0	+0.36	255	3.65	23.6	860		3,040	5,820	"	
26	3,130	7.0	+014	235	3.40	24.8		2,480	3,770	6,230	"	
27	3,060	7.5	+013	240	3.65	24.4		2,380	3,590	5,870	"	
28												
29												
30	3,170	6.7	+ 002	240	3.30	24.6	730	1,980	2,810	5,270	M. Promedio	
31										6730		
32	2330	9.0	0,36	3.20	4.20	25.2	1030	2480	3810	6680		
33	2800	5.5	0,02	225	3.15	23.4	730	1810	2640	5060		
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

Anexo 21

NICARAGUA

Fábrica de San Rafael

Promedio en 1988

Superficie Blaine	3015 cm ² /g	ASTM 150 Tipo I
Residuo + 90 micras (μ)	8,2%	(2800)
		-
<u>ASTM</u>		
Resistencia a la compresión		
1 día	890 psi*	-
3 días	2180 psi	(1800)
7 días	3250 psi	(2800)
28 días	5730 psi	-
<u>Tiempo de fraguado</u>		
Inicial	2h25	(1h00)
Final	3h30	(10h00)
<u>Análisis</u>		
SiO ₂	20,3 %	
Al ₂ O ₃	5,10%	
Fe ₂ O ₃	2,85%	
CaO	64,2 %	
P ₂ O ₅	1,52%	
SO ₃	1,90%	
CaO libre	1,80%	
Pérdida al fuego	1,67%	
Residuo insoluble	0,68%	
Expansión en autoclave	0,15%	(0,80)

* psi = libras por pulgada cuadrada.

Anexo 22

F.L. SMIDTH & CO. A/S
COPENHAGUE

ANALISIS QUIMICO

FECHA: 17/ 1-1989

NO. 890002

Anexo 1

Fábrica: NAC. MANAGUA, NICARAGUA

Muestras recibidas: 3 de enero de 1989

Referencias:

	Muestra	% H2O
M 1	Pasta seca. Balsa No. III	

ANALISIS	M 1
Tit.	%
CaCO3	%
MgCO3	%
SiO2	13,6
Al2O3	3,85
Fe2O3	1,71
CaO	44,0
MgO	1,00
Mn2O3	,05
TiO2	%
P2O5	1,15
K2O	,20
Na2O	,11
SrO	,06
SO3	%
Pérdida al fuego	33,7
TOTAL	99,43
Cal libre	%
Residuo inso.	%
Cl-	,002
F-	,11
Cr2O3	PPM
	%
	%
	%
	%
Ms	2,5
Ma	2,3
LSF*	101,
C3S	%
C2S	%
C3A	%
C4AF	%
C2F	%
CaSO4	%
Cal libre	%

* Factor o grado de saturación de cal.



Almacén de caliza y yeso triturada.



Diagrama de la tubería.



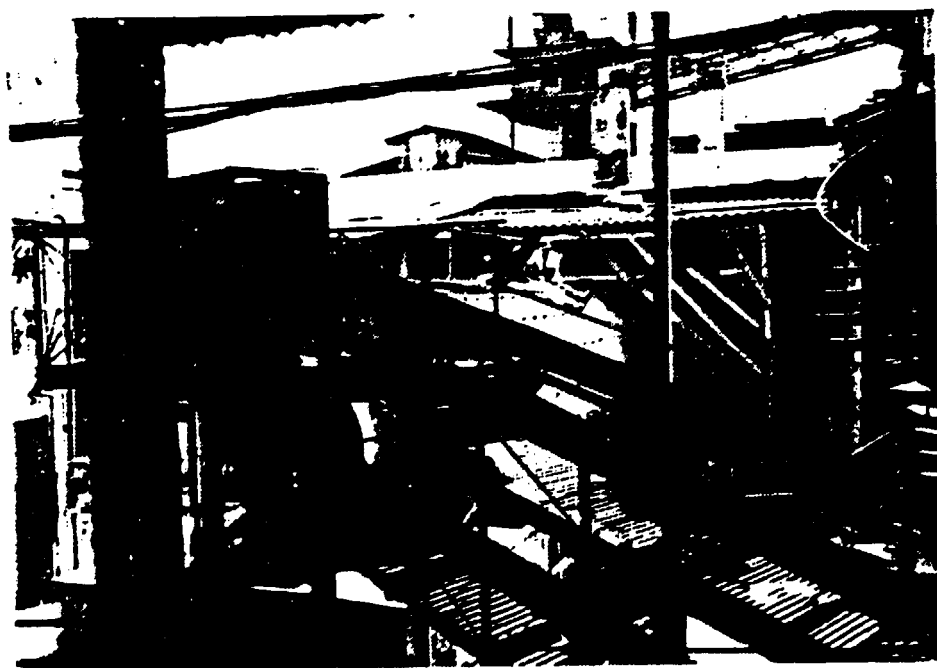
Clifker depositado al aire libre.



Clifker depositado al aire libre.

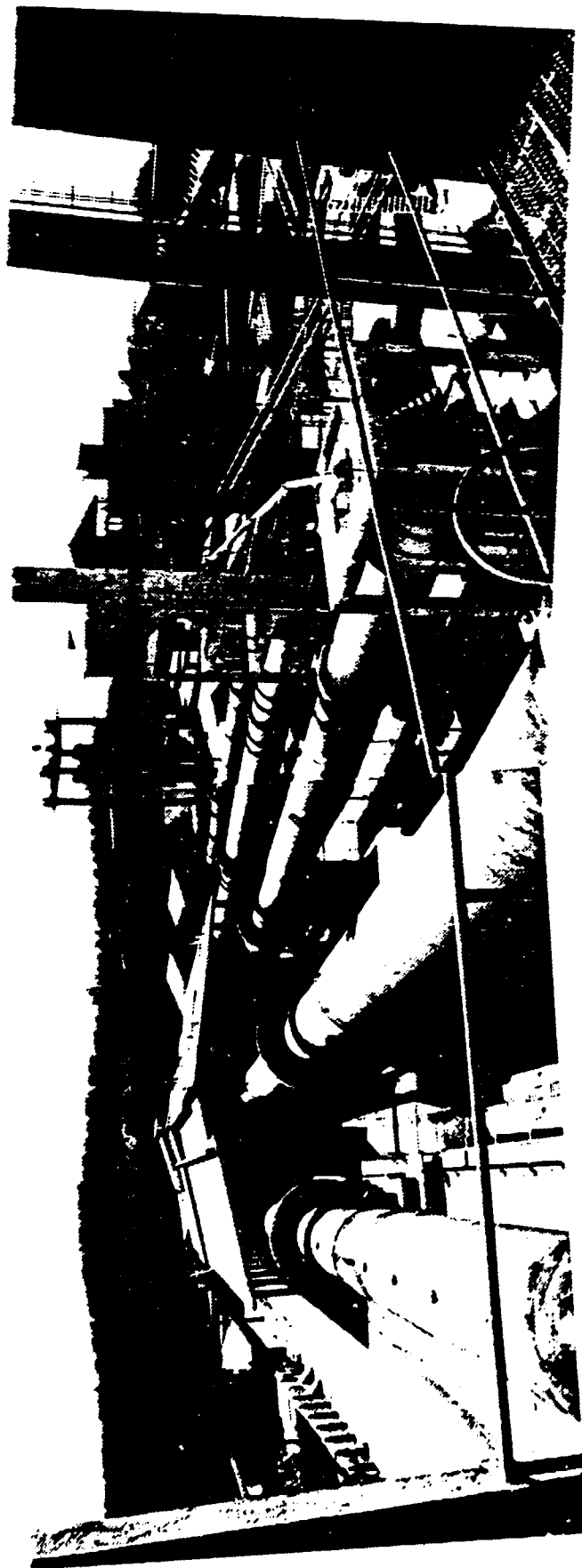


Depósito de salina , molinos de pasta.

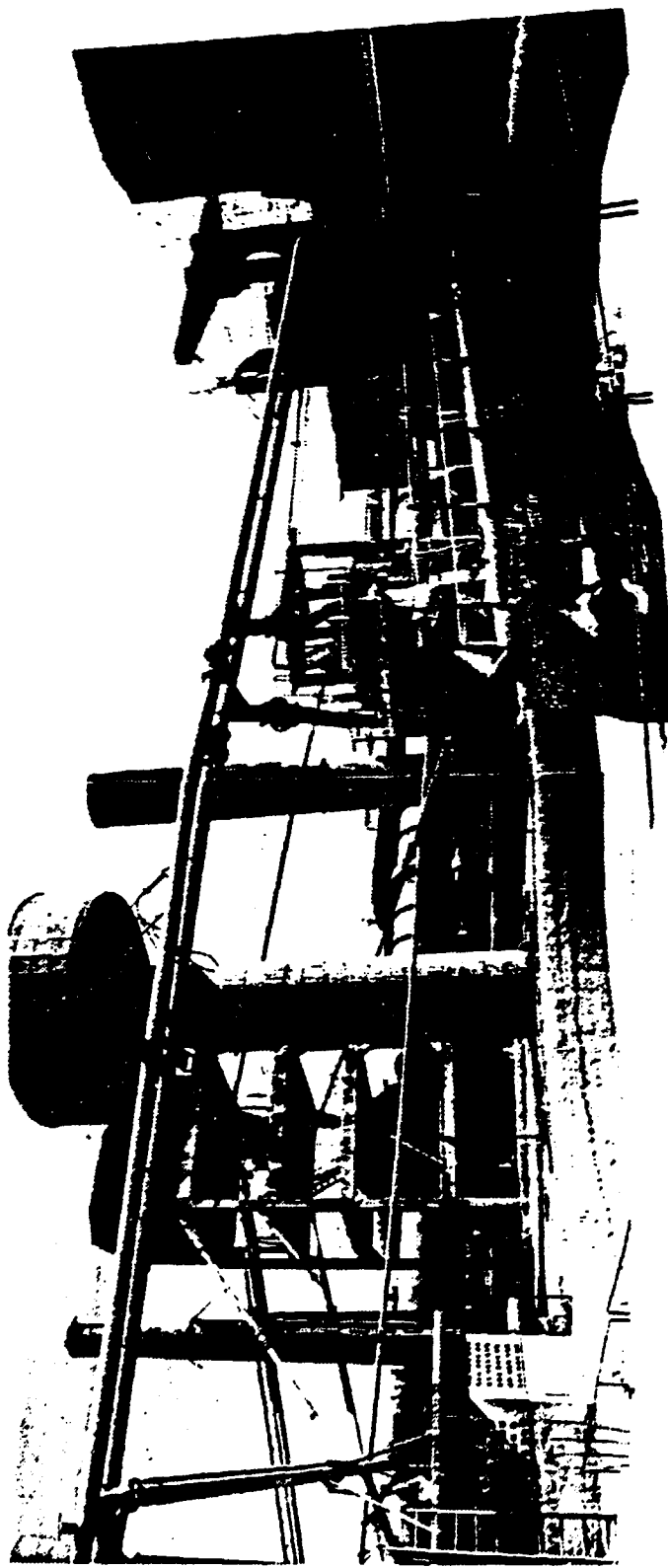


Alimentador de salina para molino de pasta.

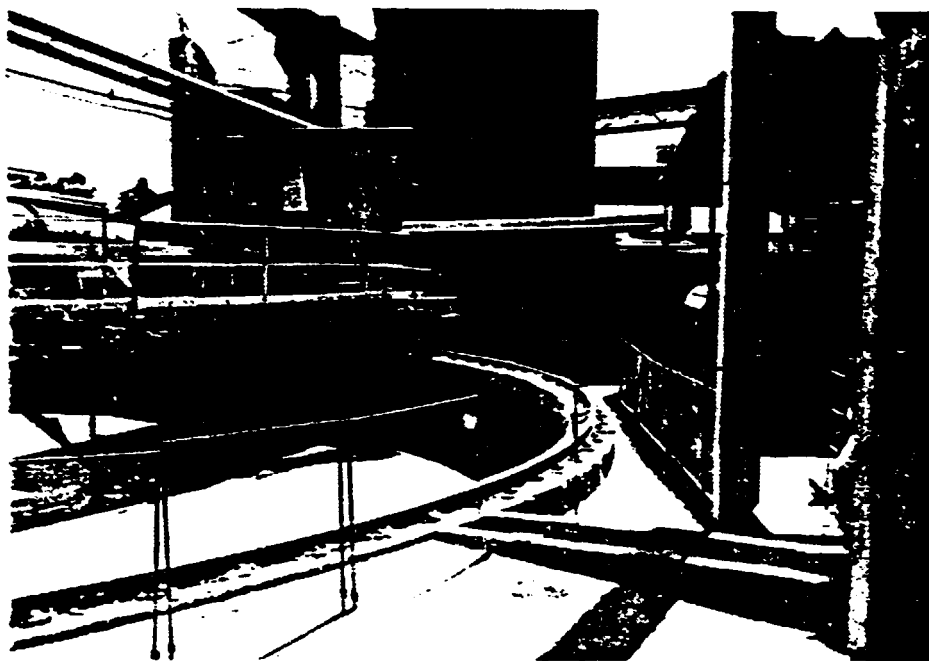
Anexo 3



Fábrica de cemento de San Rafael del Mar.



Fábrica de cemento de San Rafael del Bar.

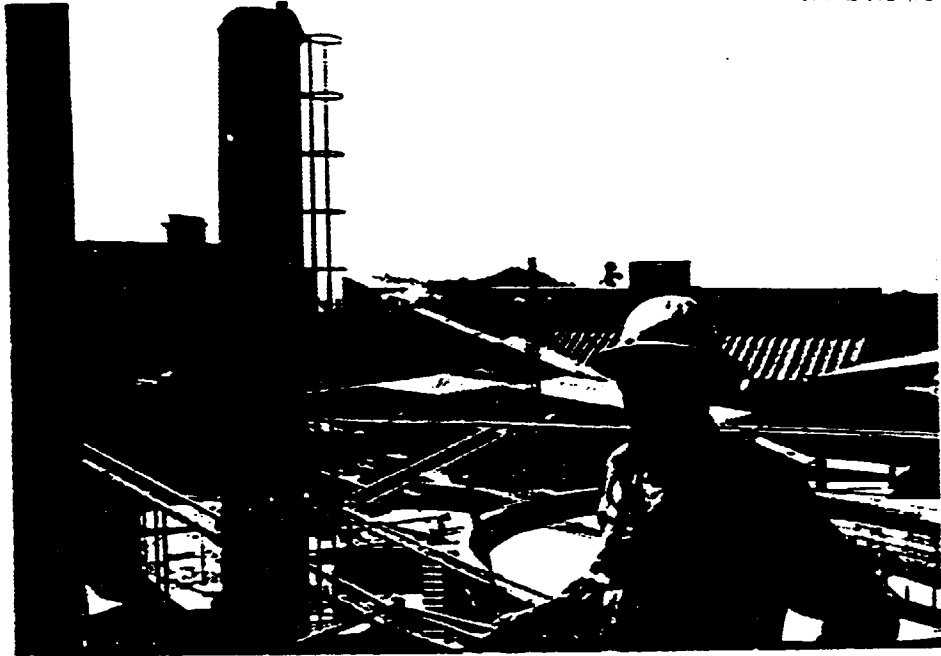


Balsa de pasta, rolillos de crudo y viejos silos de materias primas.



Depósito de desulfurador la caliza sin triturar.

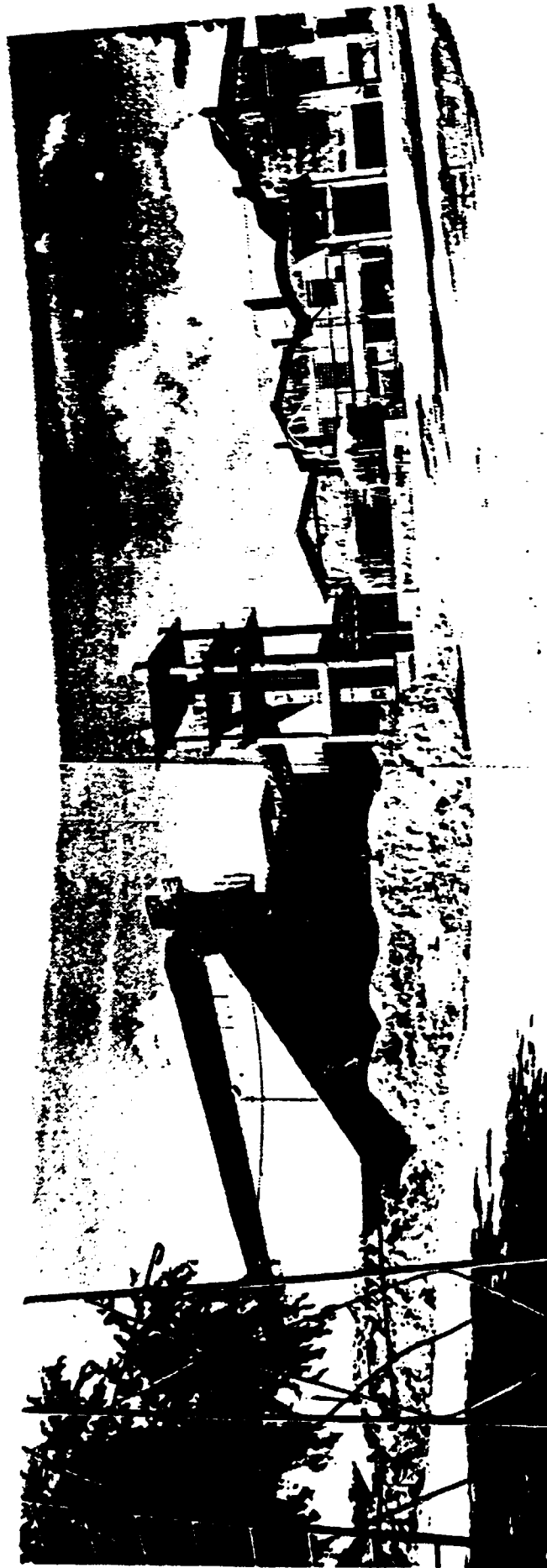
ANEXO 30



Depósito de caliza, balsa de pasta y molinos de crudo.
Sr. Antonio Cruz, Director de producción



Balsa de pasta, cantera de caliza y horno N° 1.



Depósito de azúcar y edificio de hornos.

Anexo 32

Planta de molienda EXMISA

<u>Molino</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Potencia de los motores</u>
No. 1	15 x 7,2	200 HP ~ 150 kW
No. 2	21 x 11,2	690 HP ~ 515 kW
No. 3	24 x 8,8	700 HP ~ 520 kW

Capacidad de producción

<u>Molino</u>	<u>Portland tipo I</u>	<u>Portland tipo III</u>	<u>Puzolánico</u>
No. 1	5 t/h	3 t/h	3 t/h
No. 2	14 - 15 t/h	8 - 9 t/h	9 - 10 t/h
No. 3	14 - 15 t/h	8 - 9 t/h	9 - 10 t/h

Expediciones de cemento

	<u>Portland I</u>	<u>Portland III</u>	<u>Puzolánico</u>	<u>Total</u>
1983	4.074	10.044	1.252	15.370 t
1984	12.487	2.755	2.233	17.475 t
1985	10.762	2.637	3.739	17.138 t
1986	19.151	7.355	1.355	27.861 t
1987	36.627	1.326	2.408	40.361 t
1988*	21.880	0	0	21.880 t

* 1° de enero de 1988 - 31 de octubre de 1988.

Anexo 33

Nicaragua

Planta de molienda EXMISA

Cemento puzolánico, 1987

ASTM 595
Tipo IP

Superficie Blaine	3780 cm ² /g	-
Residuo + 90 micras (<i>M</i>)	1,9%	-

ASTM

Resistencia a la compresión

1 día	725 psi*	-
3 días	2030 psi	(1800)
7 días	2980 psi	(2800)
28 días	5520 psi	(3500)

Cemento de fraguado rápido, 1987

ASTM 150
Tipo III

Superficie Blaine	-	-
Residuo + 90 micras (<i>M</i>)	2,3%	-

ASTM

Resistencia a la compresión

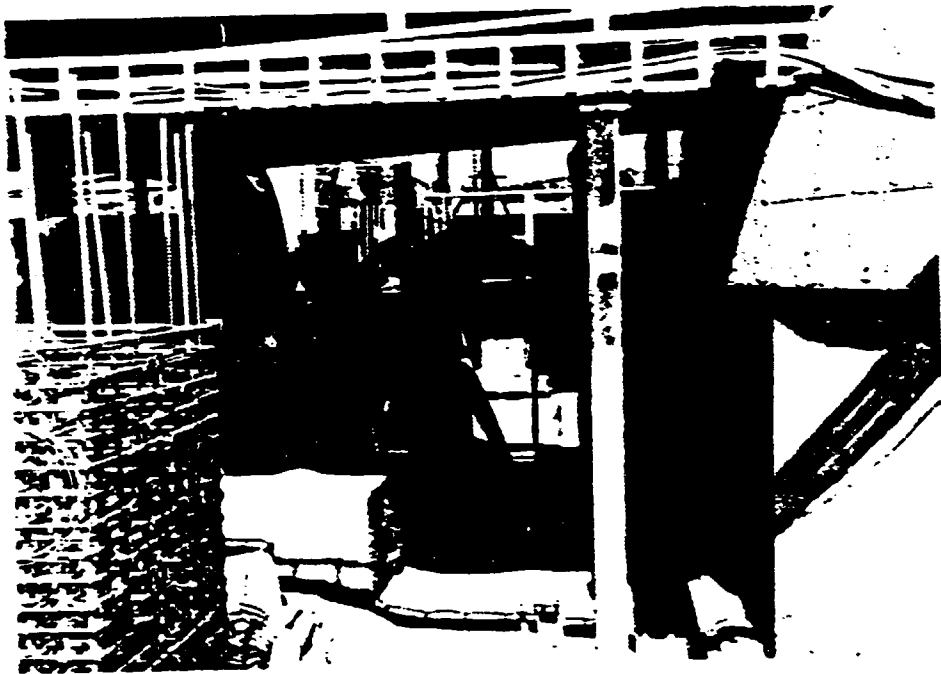
1 día	1780 psi	(1800)
3 días	3170 psi	(3500)
7 días	4070 psi	-
28 días	6300 psi	-

Expansión en autoclave	-	(0,80)
------------------------	---	--------

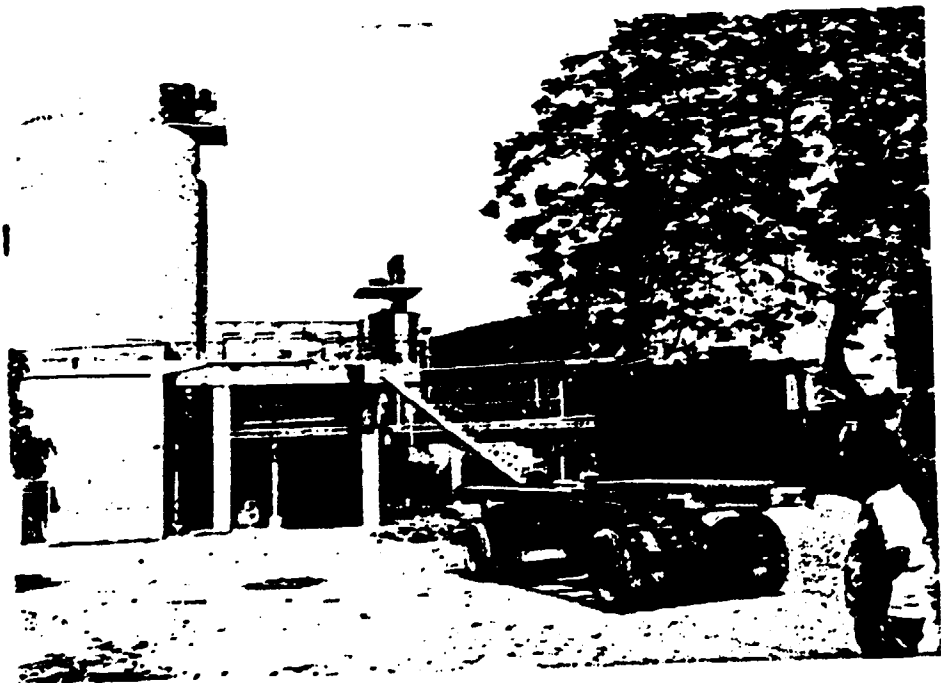
Tiempo de fraguado

Inicial	1 h 45 m
Final	3 h 00 m

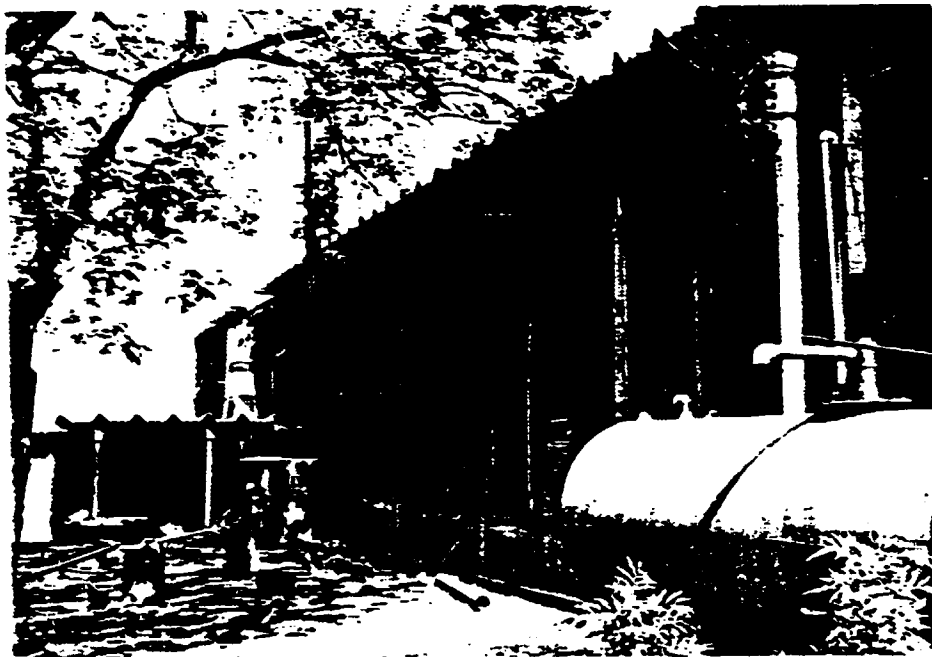
* psi = libras por pulgada cuadrada.



Exmisa. Instalación alimentaria del molino de cemento No. 2.



Exmisa. Silos de cemento, molino de cemento No. 2 y silos de alfébar, yeso y murelona.



Exmisa. Tambor para secar la purclana.



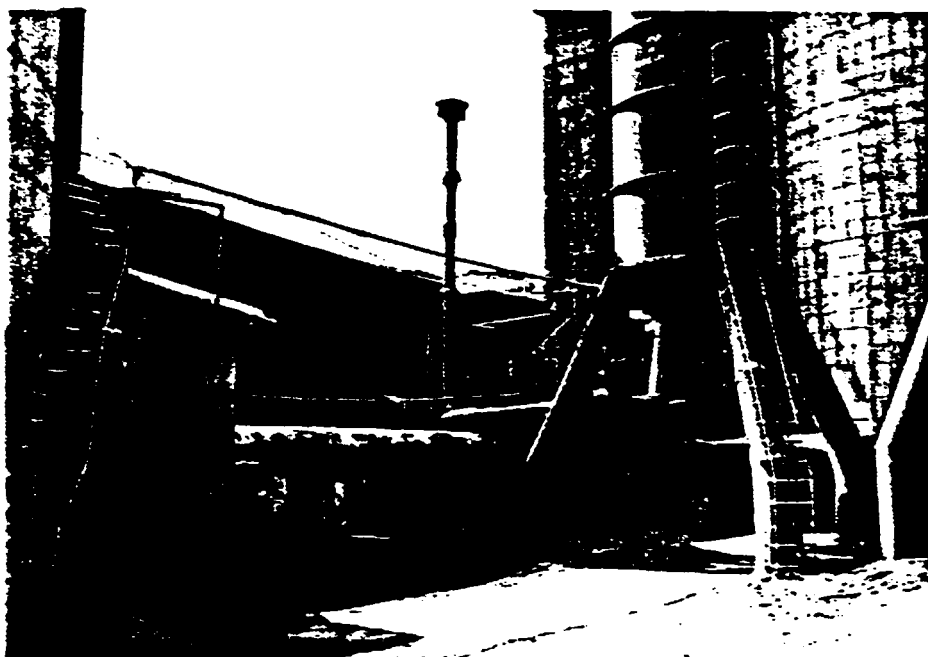
Vista de Exmisa desde la carretera que conduce a Chilena.



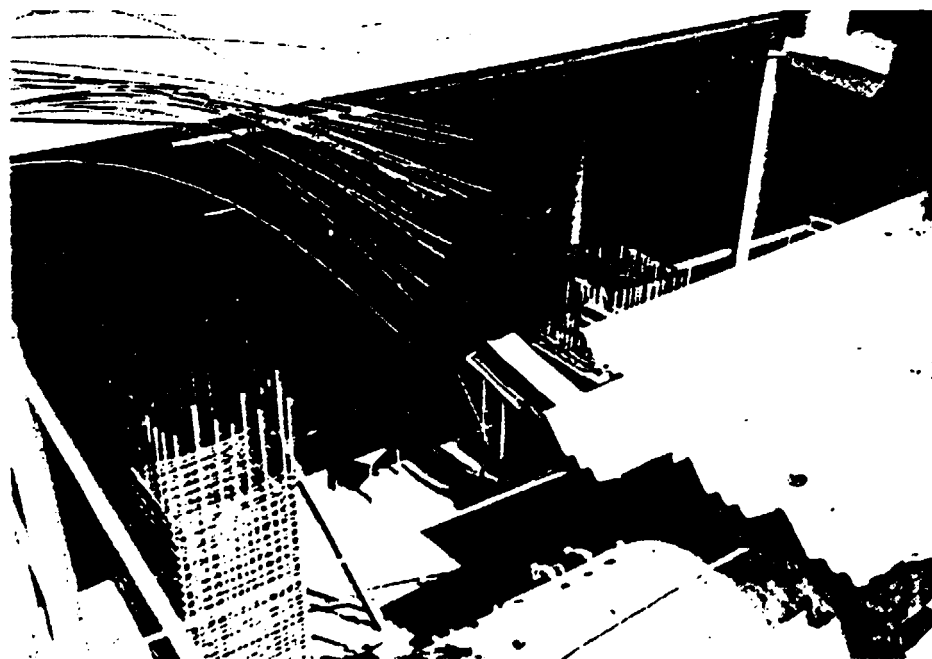
Depósito de piedra pómez en Chiltepe.



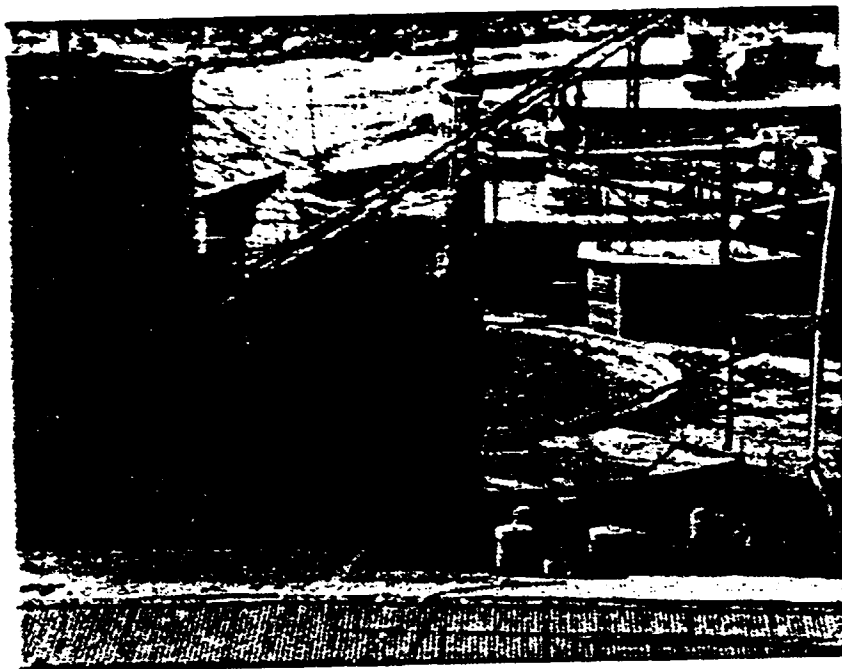
Examina. Molinos de cemento Nos. 1 y 3. Silos para
cemento de fraguado rápido.



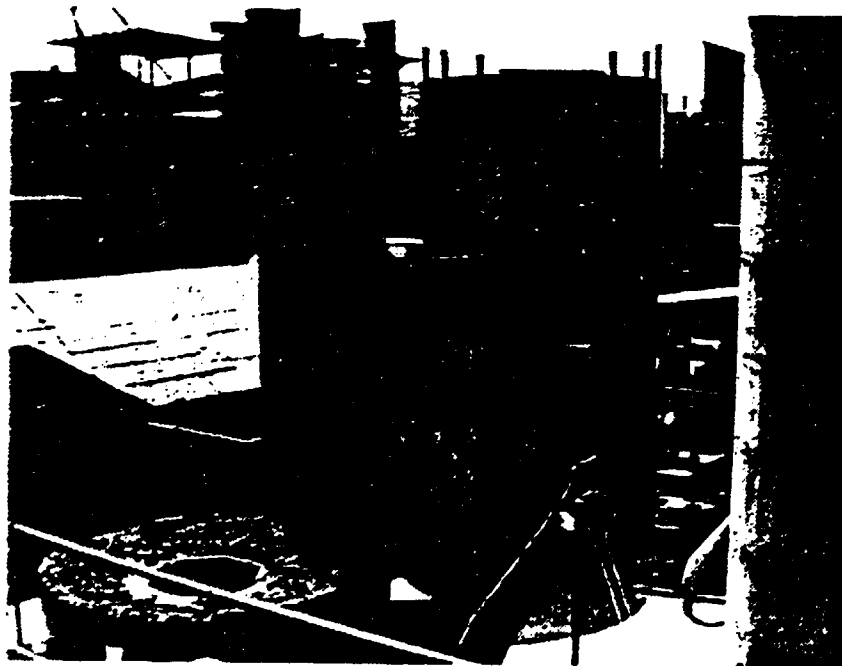
Emisa. Molino de cemento No. 1 y silo para cemento de fraguado rápido



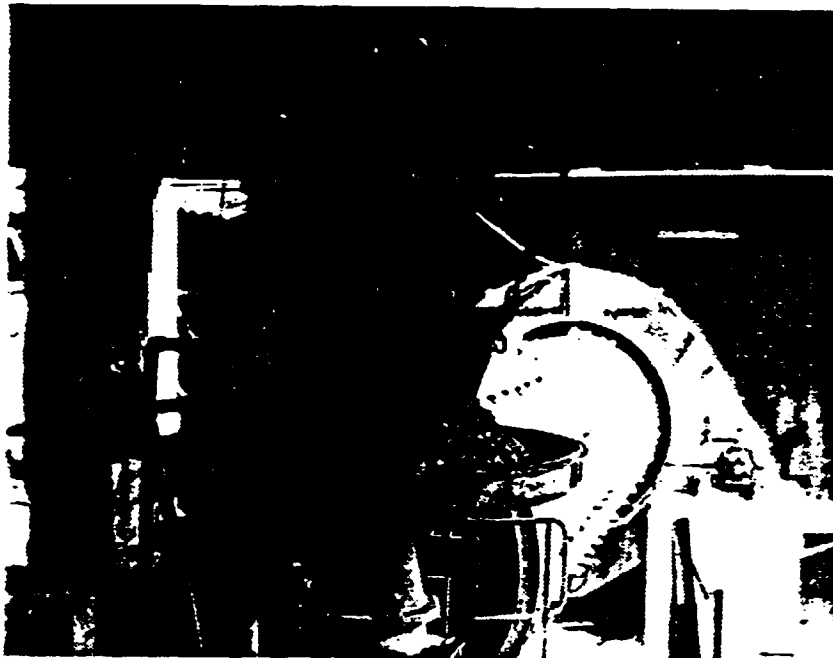
Emisa. Molino de cemento No. 1.



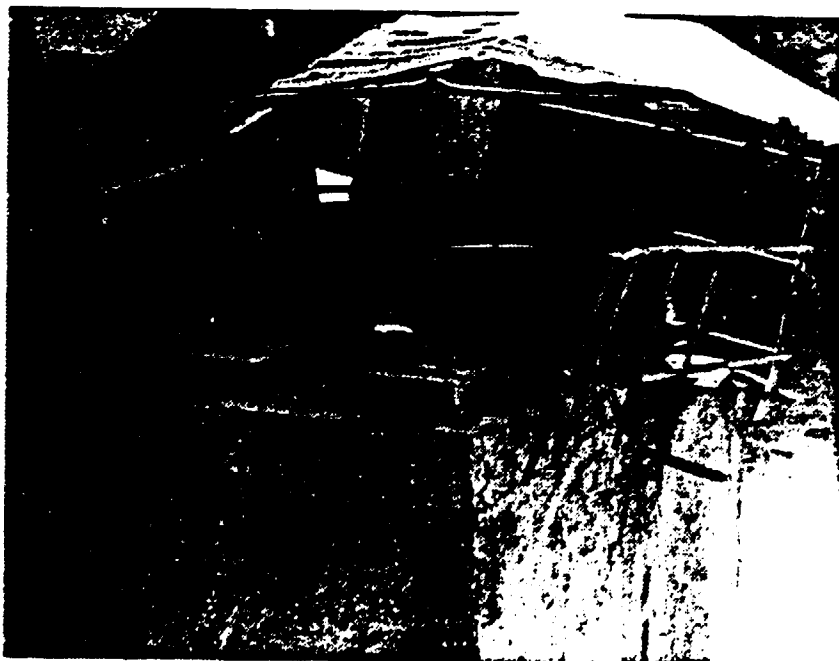
1. Al fondo, las tres caídas de pasta existentes.
En primer plano, silos (para materias primas) que han de ser
de utilizarse.



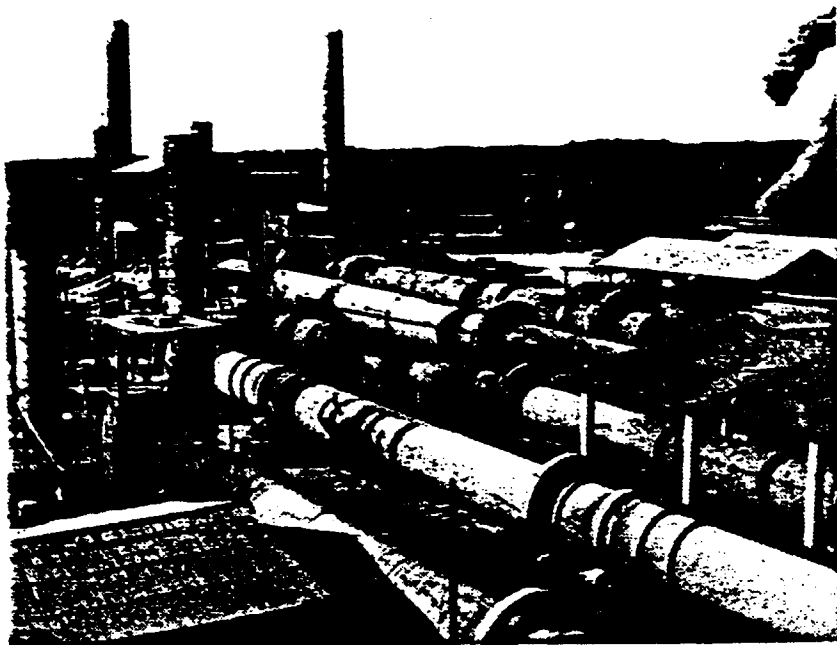
2. Silos que han dejado de utilizarse. Al fondo, caídas de
molino de cemento.



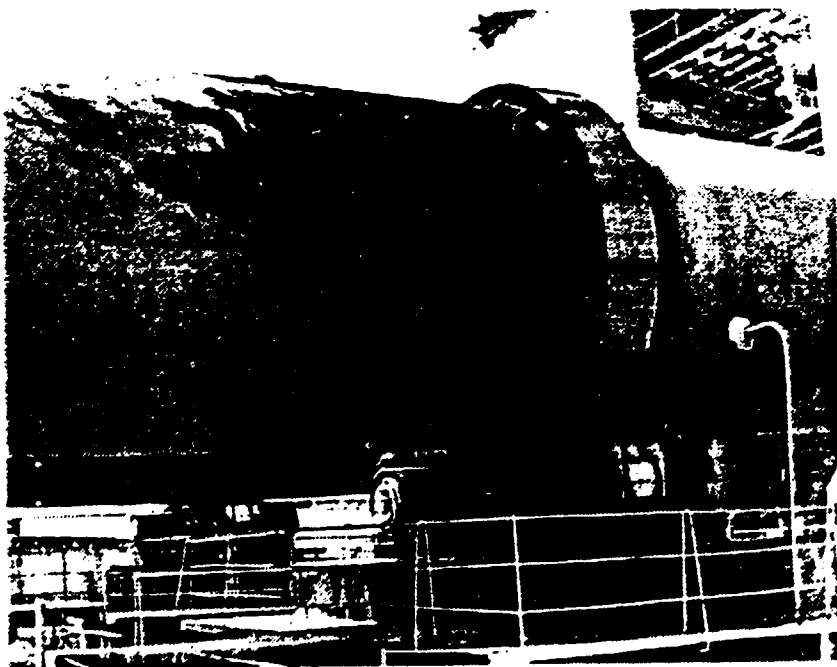
3) Molino de crudo.



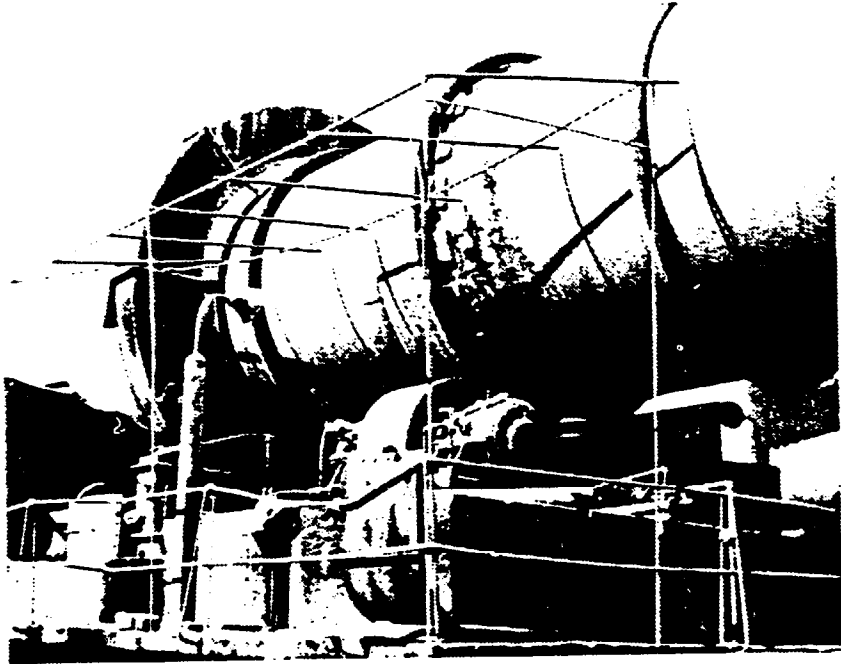
4) Motor de ventilador provisto de cubierta.



5) Los cinco hornos de la fábrica. En primer plano, el horno No. 1



6) Horno No. 5 y soporte.



7) Horno No. 2, soporte No. 2.



8) Horno No. 2, soporte No. 2.



9) Horno No. 3, soporte No. 3.



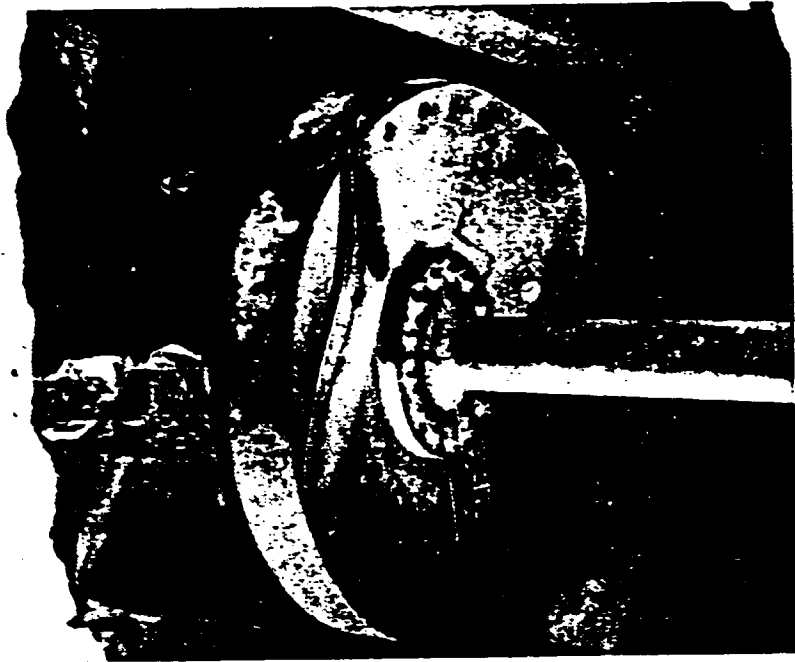
10) Sección de molienda de cemento. Transportador de clínker que ha dejado de utilizarse.



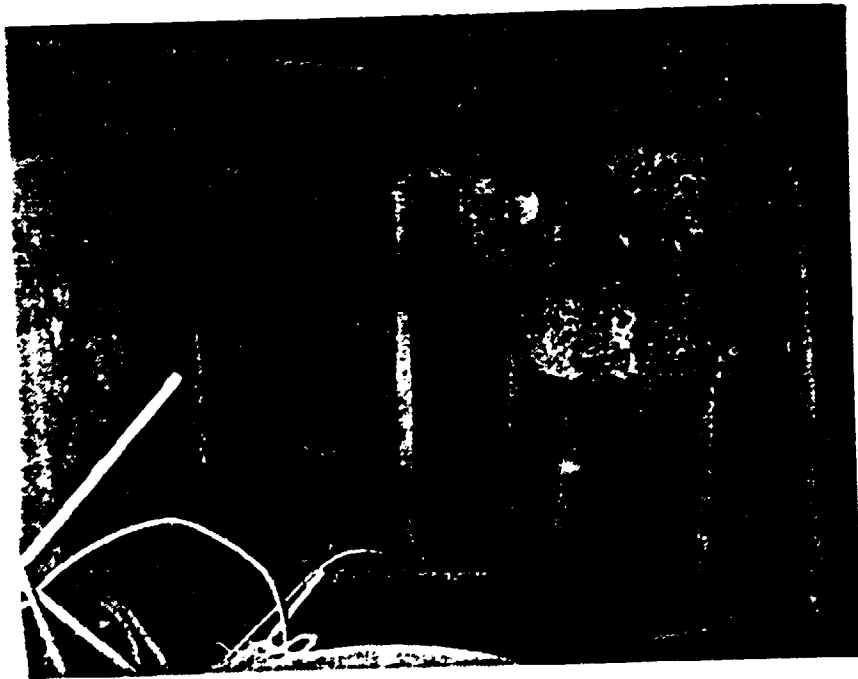
11) Sección de molienda de cemento. Transportador de clínker que ha dejado de utilizarse.



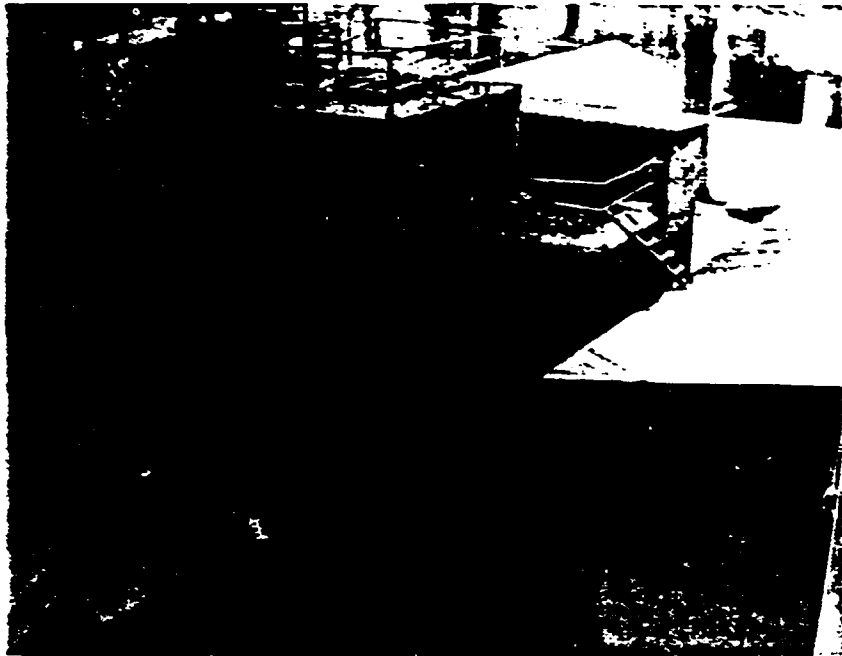
12) Transportador de clínker que ha dejado de utilizarse. A la derecha, embudo de sizarra.



13) Sección de molienda de cemento. Arbol de torsión desmontado (unidad de engranajes).



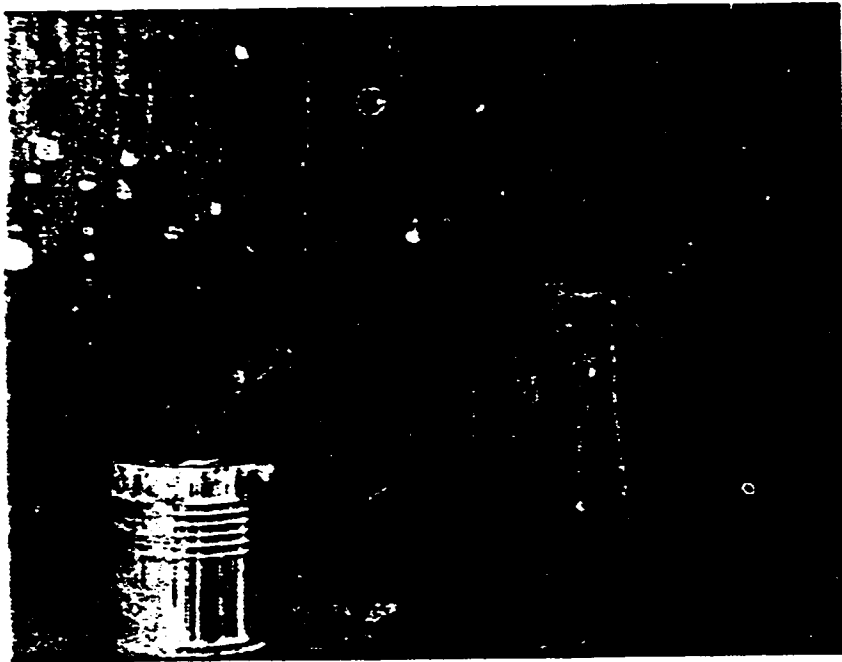
14) Sección de molienda de cemento. Depósito para la inyección de arena.



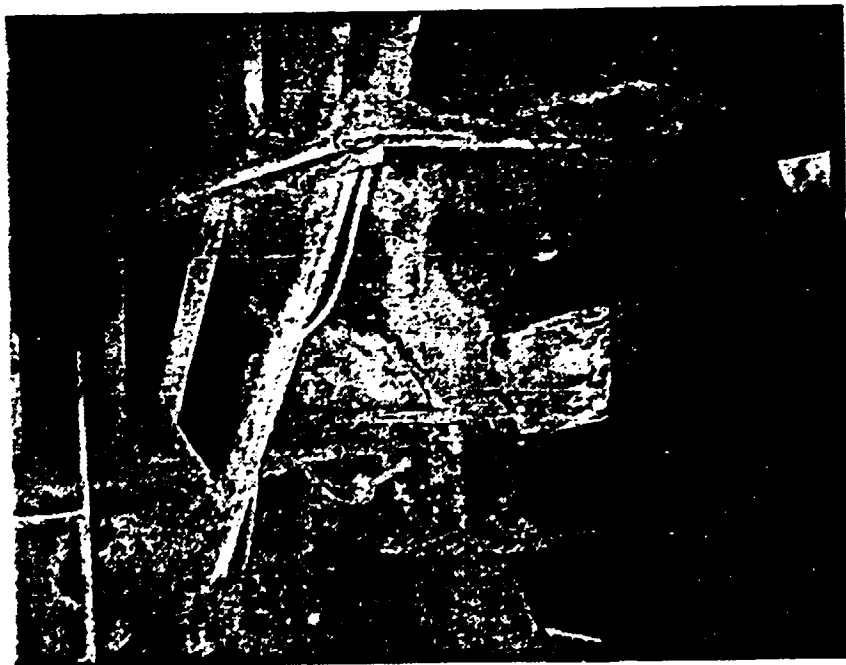
18 Edificios abandonados de la sección de molienda de cemento.



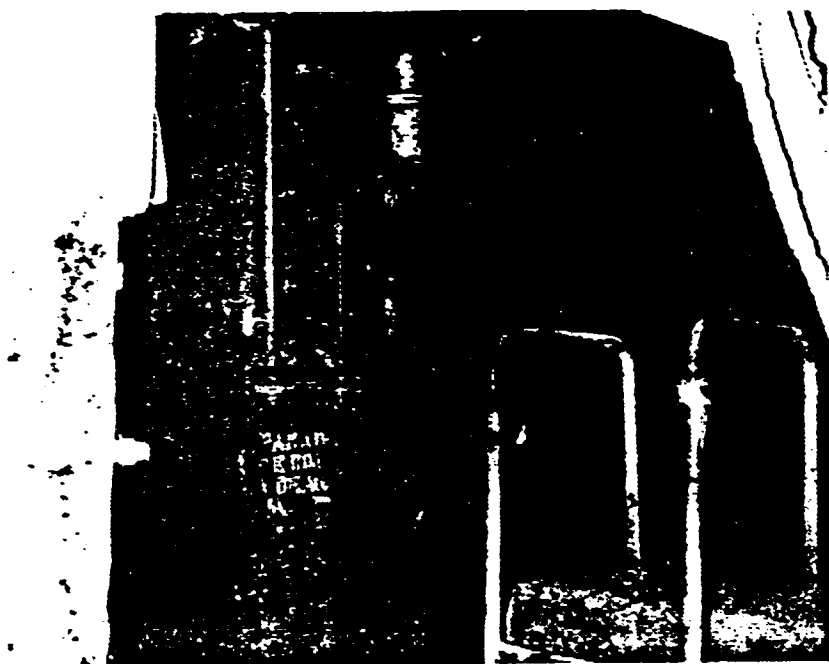
19 Transportador de alíaker. Problemas de terreno y de construcción...



10' Molino de cemento con equipo de inyección de agua.



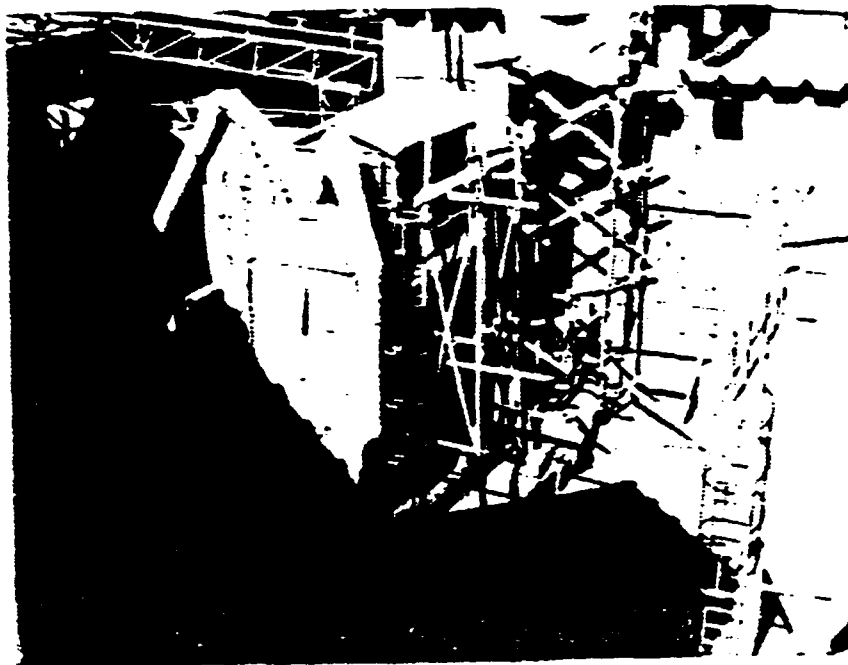
11' Vista de madera de molino de cemento.



18) Accesorios para la inyección de agua deteriorados. Molino de cemento.



19) Pozo de elevador con tablas de refuerzo al fondo.



22) Sección de mollienda de cemento. Precipitador electrostático.



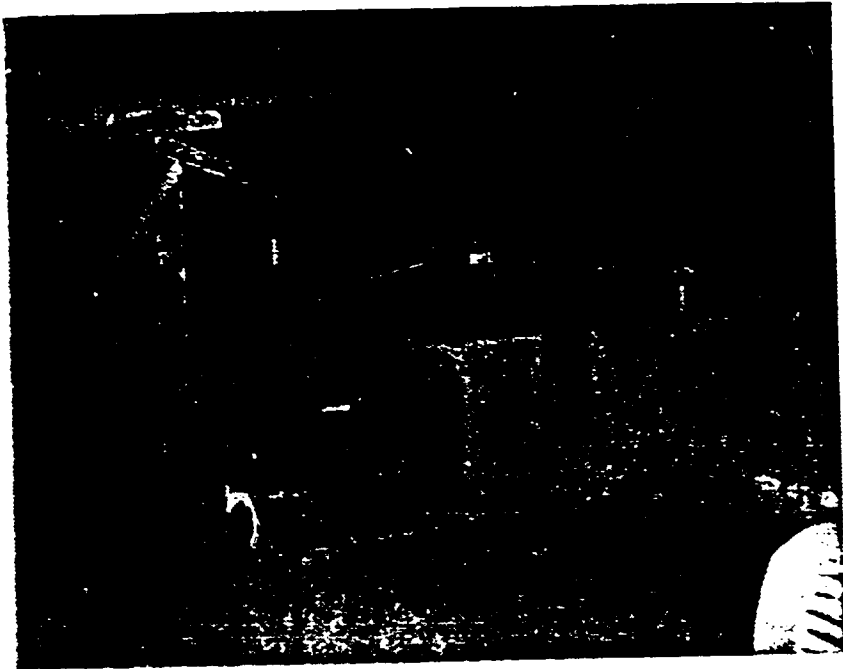
23) Sección de mollienda de cemento. Precipitador electrostático.



21) Sección de mollienda de cemento. Traspicator electrostático.



22) Molino de pizarra.



25) Sección de ensacado. Filtro de manga.



26) Sección de ensacado. Extracción de granal. No se muestra.



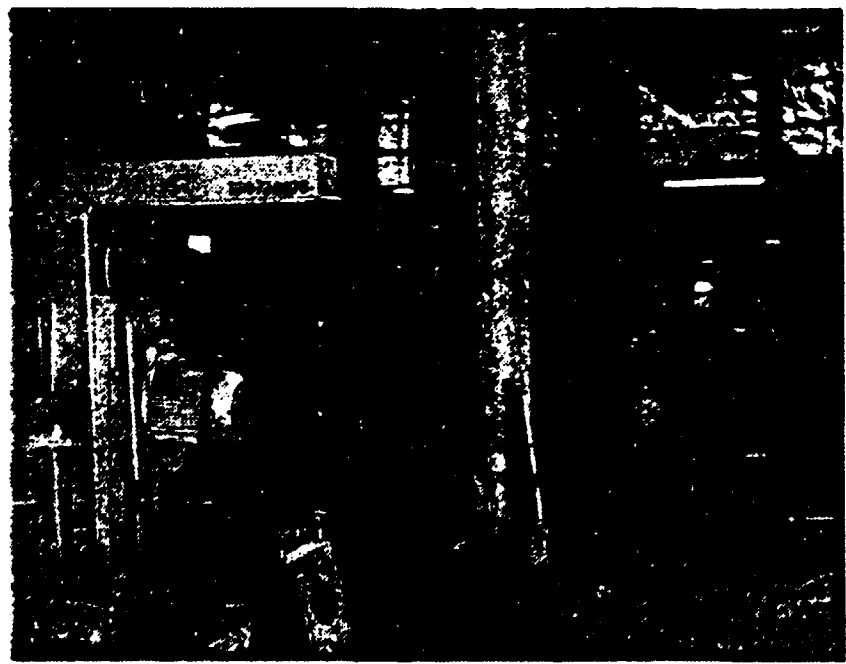
17) Escarificación. Se trata principalmente de equipo desechado por falta de piezas de repuesto.



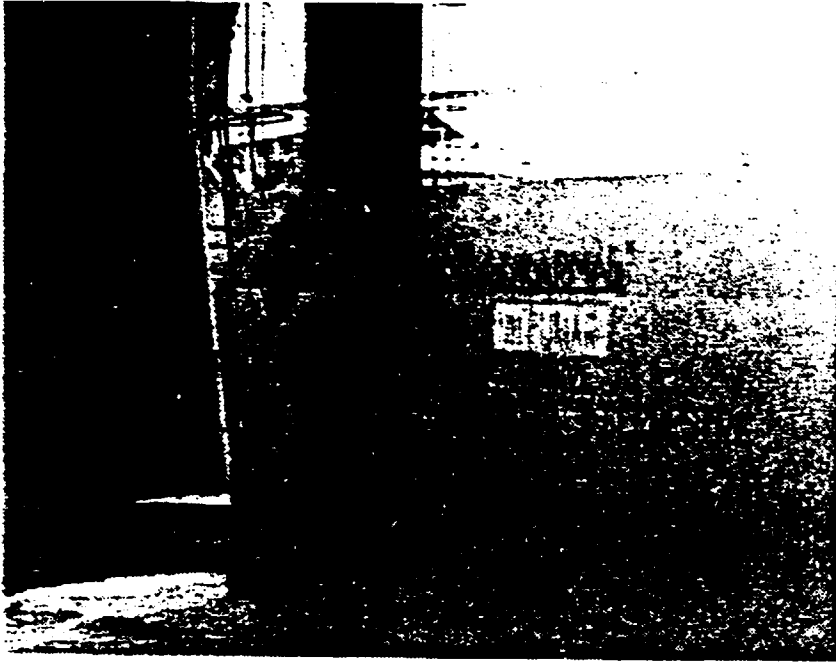
18) Acercamiento.



89. Tailer.

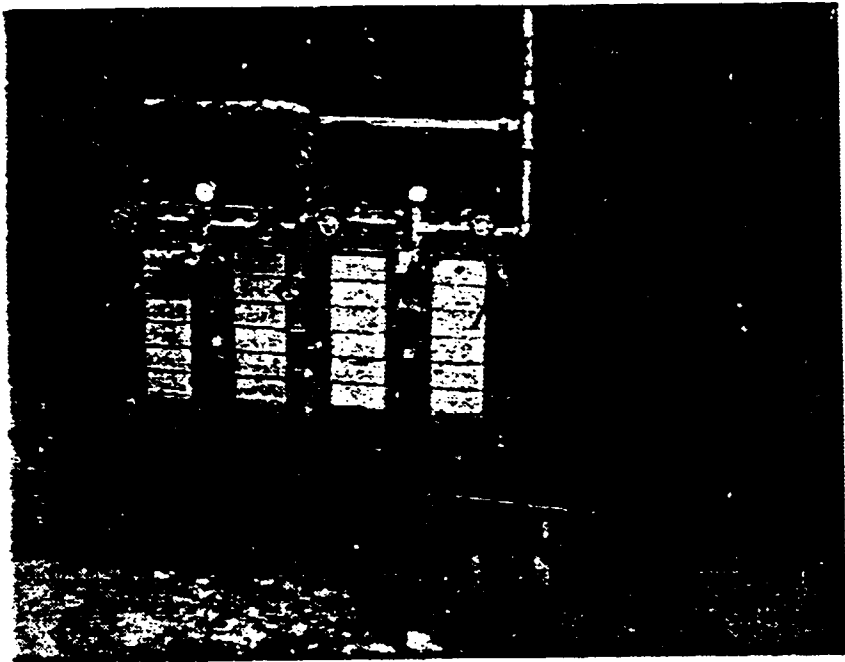


90. Tailer.

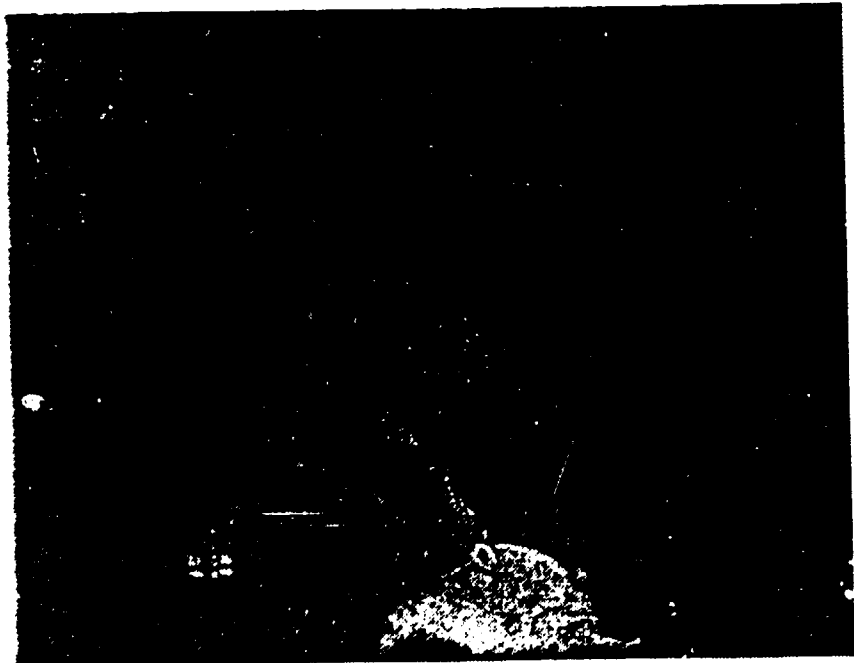


11. Información sobre señales de alarma en caso de ataque.

Figura 3.



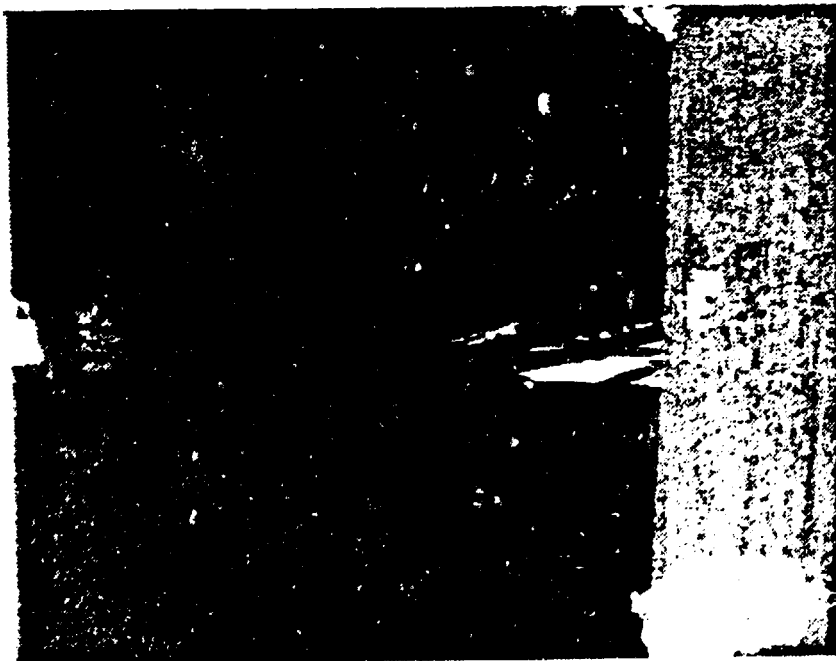
11) Parte del sistema de procesamiento de aceite (tambores para el secado de puzolana).



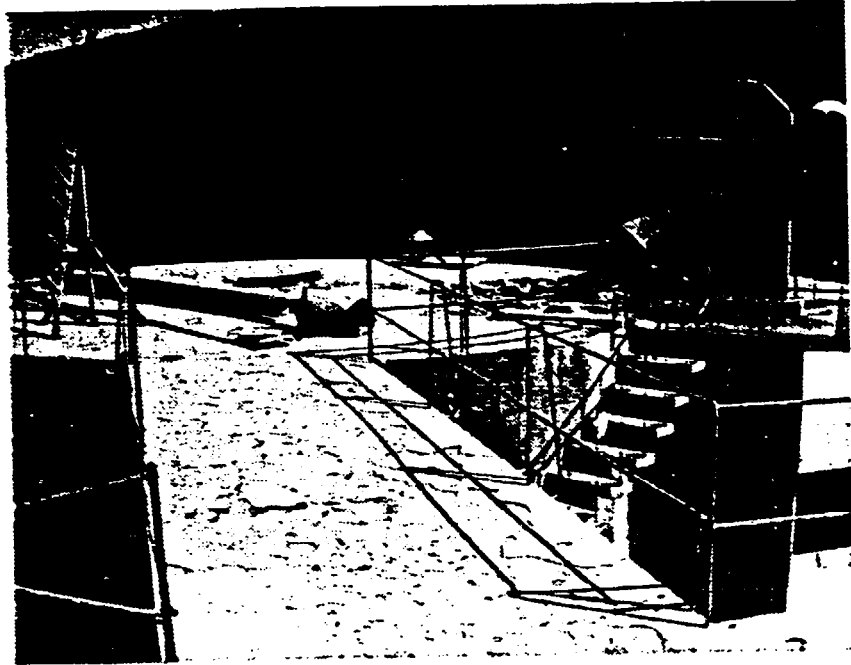
12) Vista desde dentro. Tambores para el secado de puzolana.



34) Soporte del tambor para el secado de guajolana.



35) Soporte del molino de cemento.



36 Terraza de silo de alinker. Obsérvese que el revestimiento para la distribución en los compartimentos del silo está terminado.



37 Alinker en la terraza del silo.

1950

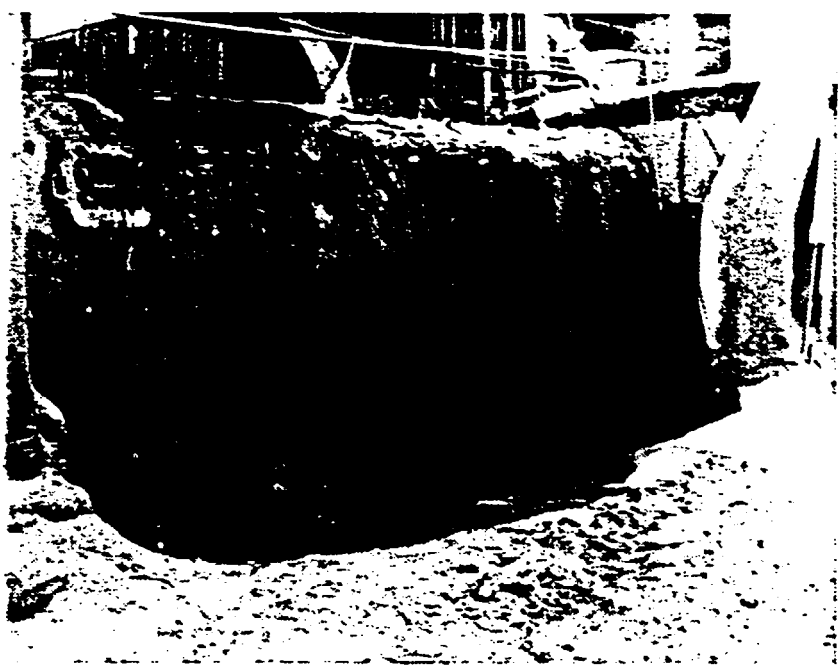


Fig. 1. Máquina de aspecto No. 1 con nivel de extracción de agua.

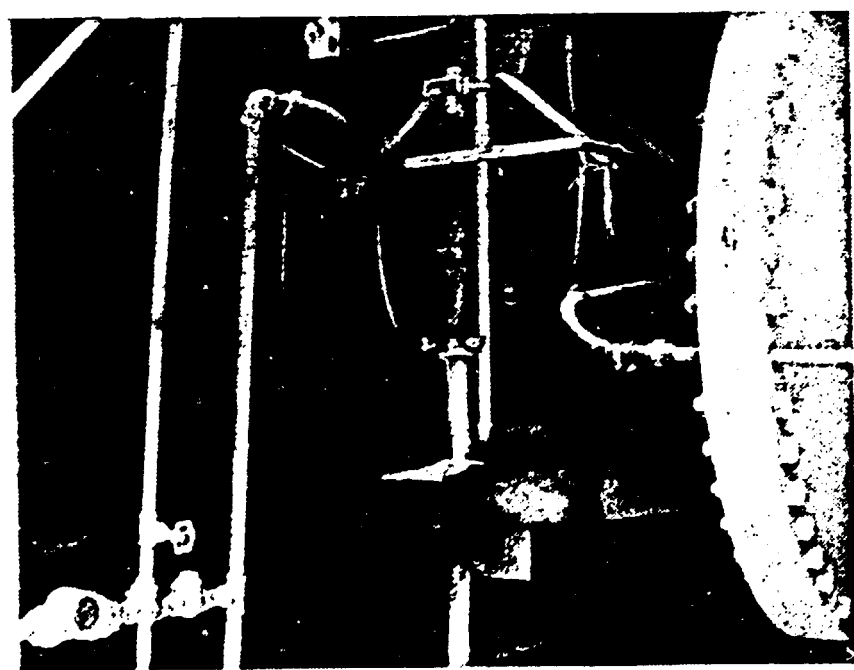
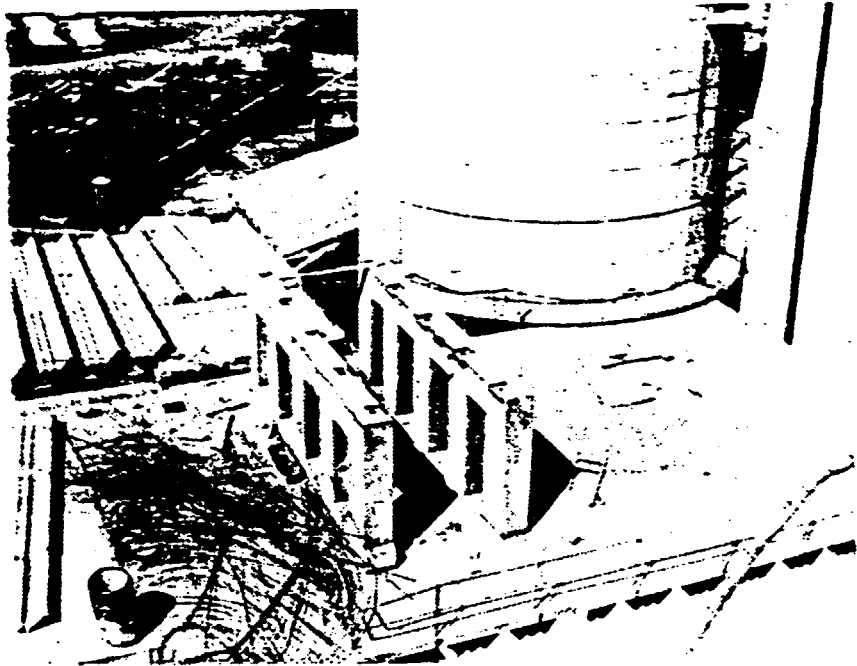


Fig. 2. Máquina de aspecto No. 2 con nivel de extracción de agua.



40. Placa de base para el precipitador electrostático que falta (molino de cemento No. 3).



41. Zona en la que se encuentra.

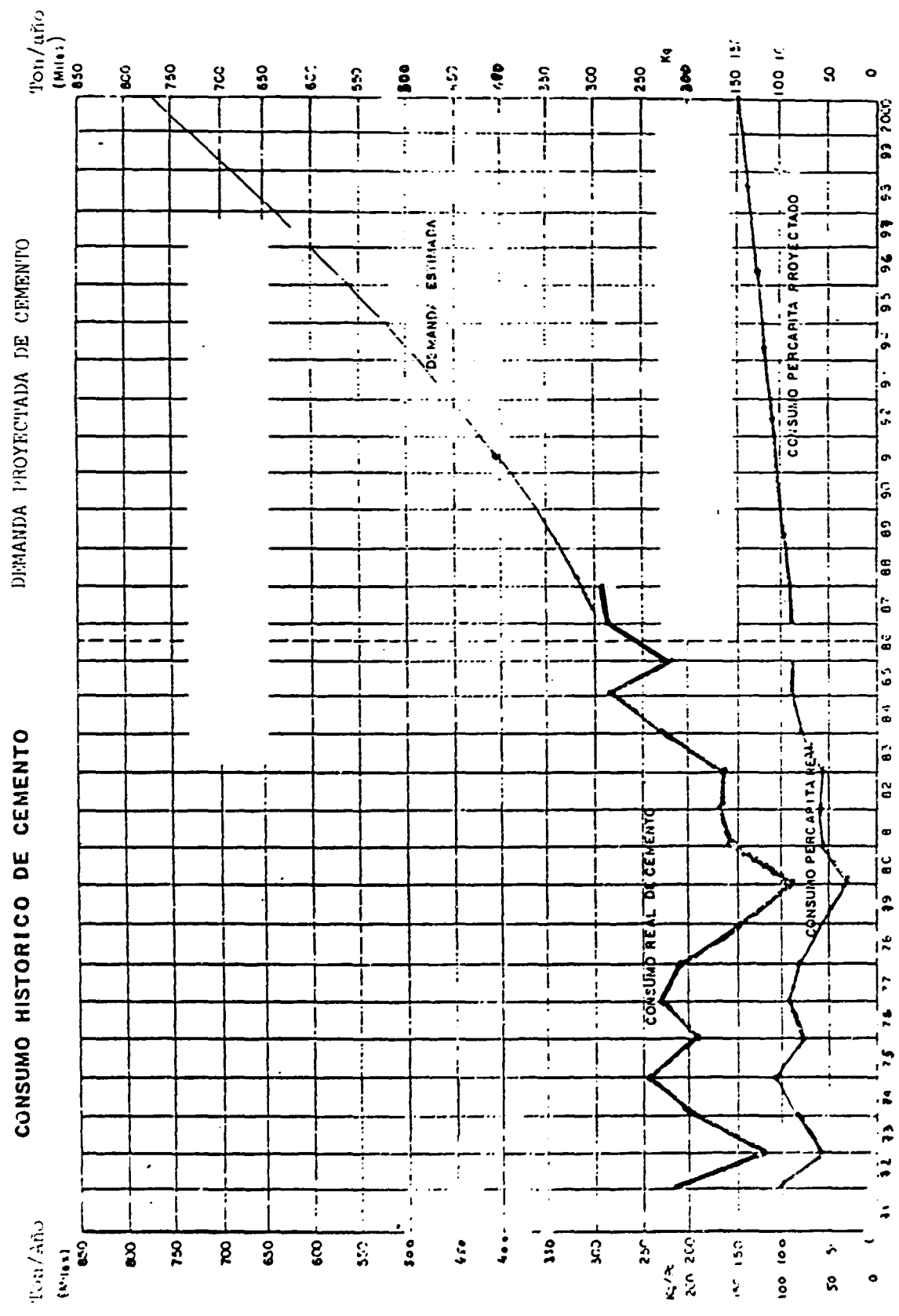
PLANTA



Filtro desmontado de la planta de ensacado.
Falta la conexión entre la caja del filtro y el tornillo.



Truck en el terreno.



CONSUMO HISTORICO DE CEMENTO

DEMANDA PROYECTADA DE CEMENTO

Ton/año (Miles)

Ton/año (Miles)

CONSUMO REAL DE CEMENTO

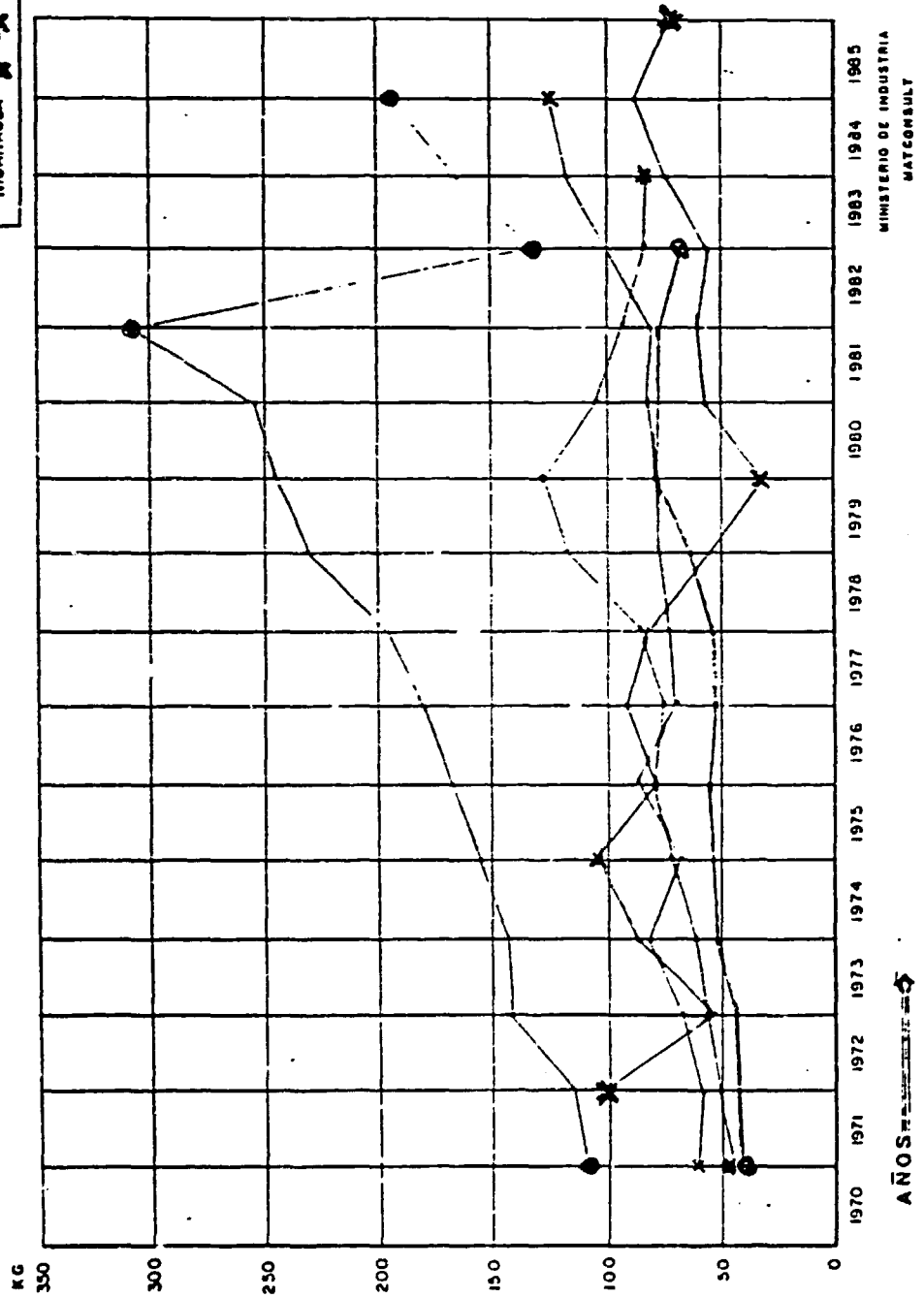
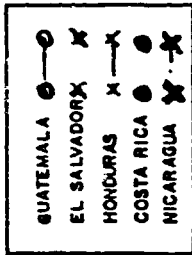
CONSUMO PERCAPITA REAL

DEMANDA ESTIMADA

CONSUMO PERCAPITA PROYECTADO

Anexo 61

CONSUMO PERCAPITA DE CEMENTO
A NIVEL CENTROAMERICANO



MINISTERIO DE INDUSTRIA
MATECONSULT

AÑOS

Anexo 62

Industria del cemento de Nicaragua

CONSULTORA DE MATERIALES, S.A.
(MATCONSULT)

INFORME SOBRE SILOS EXISTENTES

DESCRIPCION	ORIGEN	AÑO	CAPACIDAD	MARCA Y MODELO	ESTADO	CANT.	UBICACION
Silo para cemento	URSS	1983	14 ton.	TC GA-83	B	3	PROIMCO
Silo para cemento	URSS	1985	14 ton.	TC GA-85	B	5	MATRA
Silo para cemento	URSS	1985	14 ton.	TC CA-85	B	3	ENE
Silo para cemento	URSS	1985	14 ton.	TC CA-85	B	2	REGION I
Silo para cemento	-	-	20 ton.		B	1	NICALIT
Silo para cemento	-	-	20 ton.		B	2	MAYCO S.A.

FUENTE: MINISTERIO DE LA CONSTRUCCION

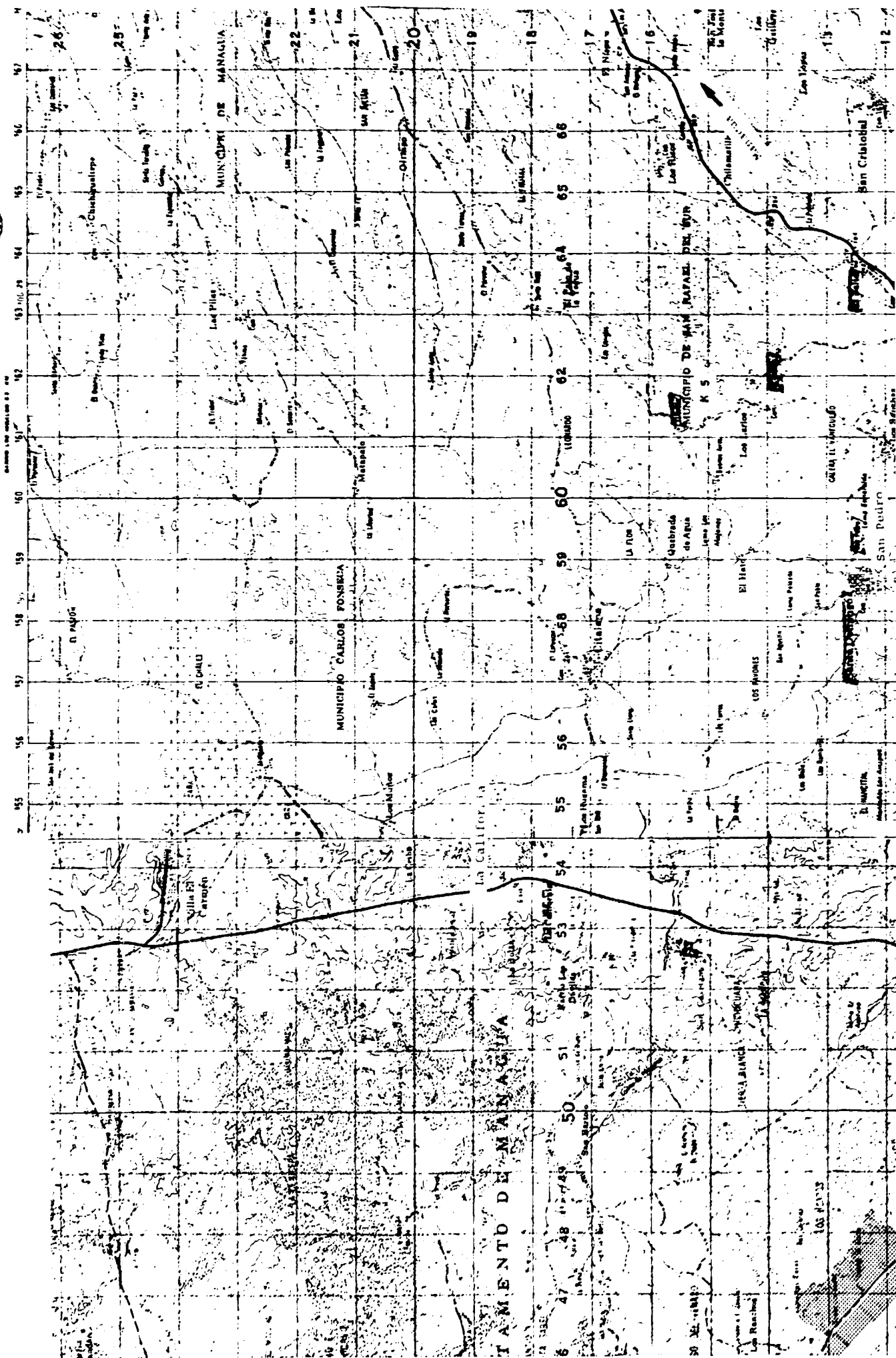
Tiempo de llenado: 20 minutos
Tiempo de descargue: 1 hora
Tiempo de transporte: 1 hora Managua - San Rafael
: 2 horas San Rafael - Managua

SECTION 1

JICARANGA 1:50,000

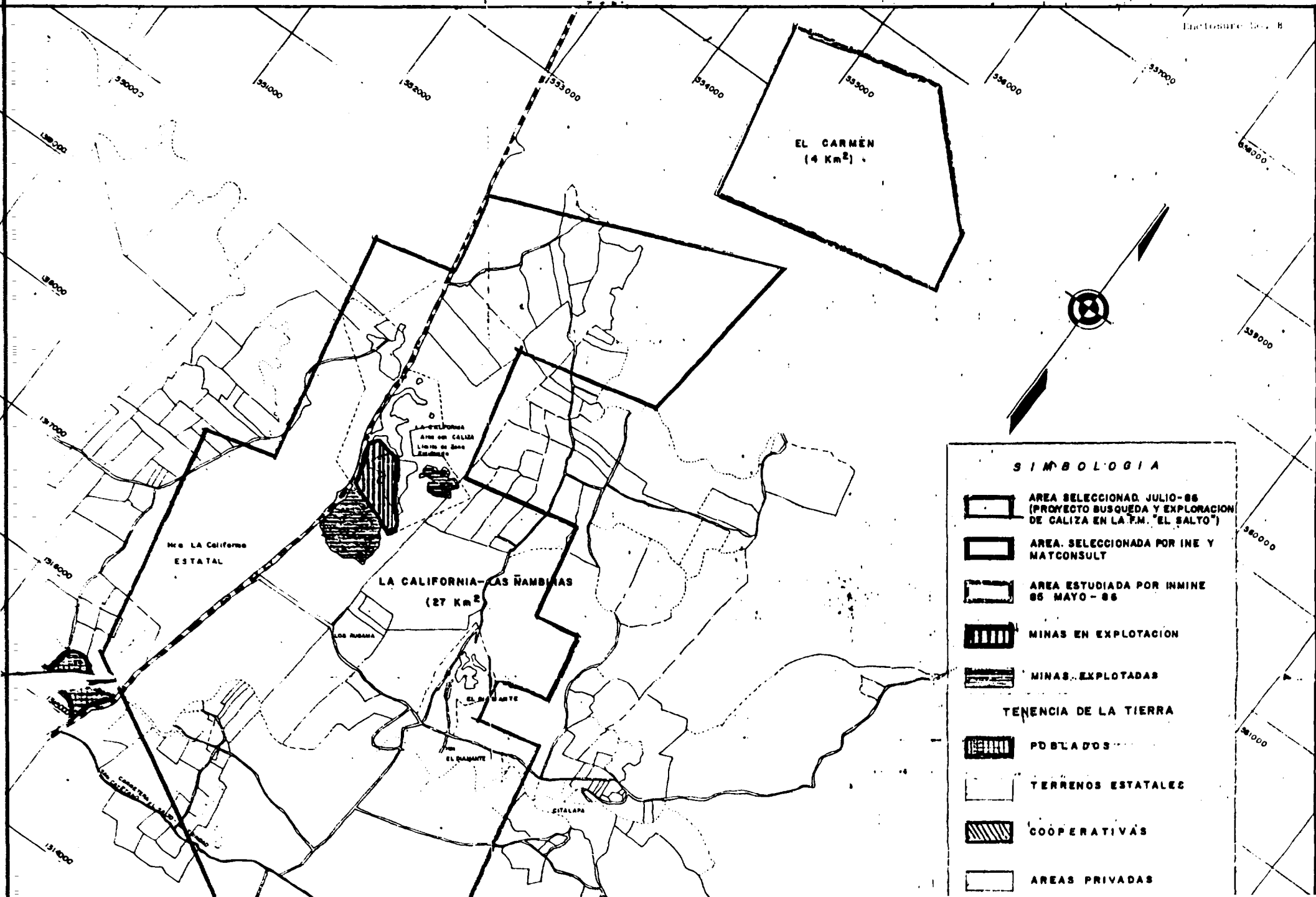


SAN RAFAEL










SECTION 1

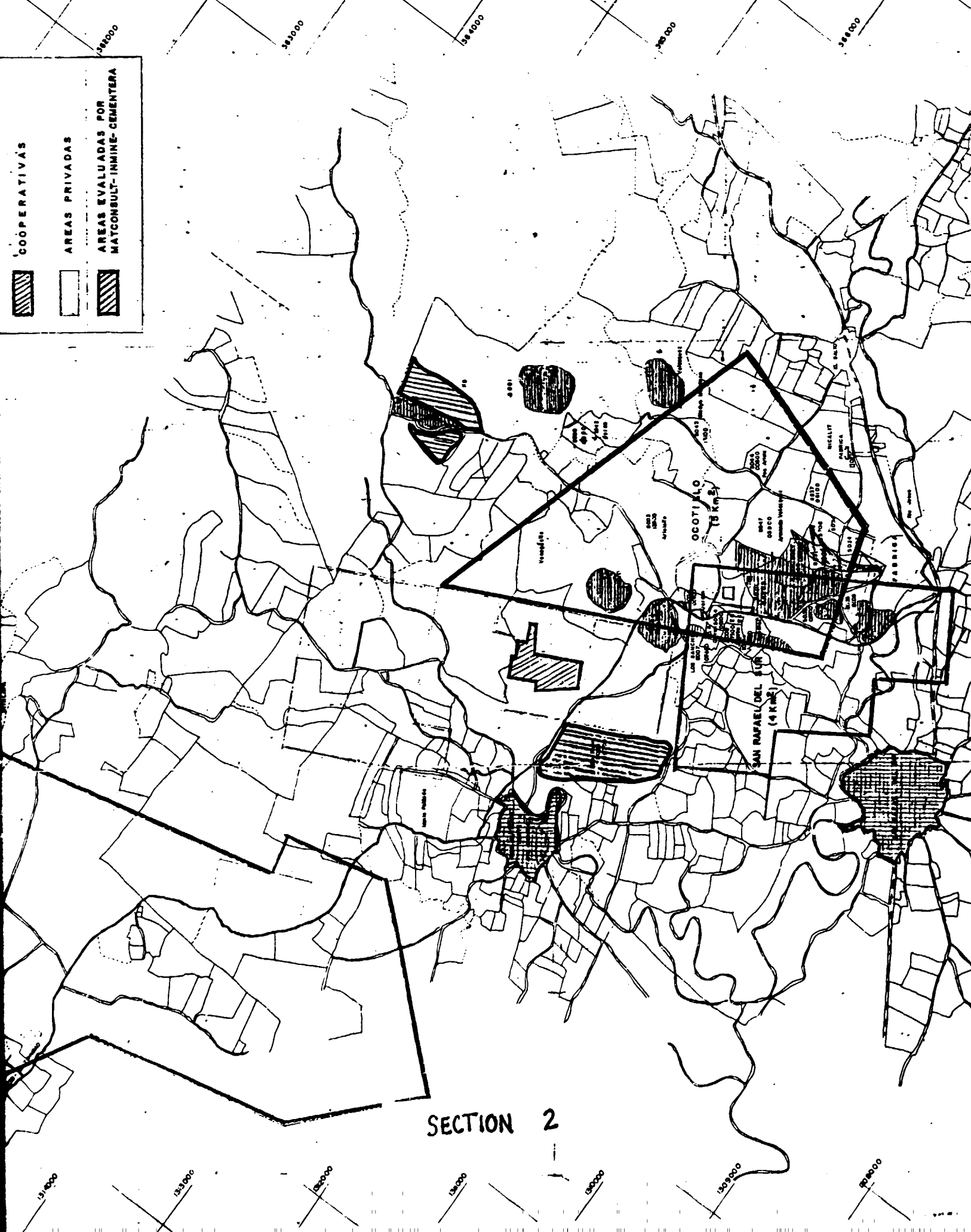
Enclosure No. 8



SIMBOLOGIA

-  AREA SELECCIONAD. JULIO-86 (PROYECTO BÚSQUEDA Y EXPLORACION DE CALIZA EN LA F.M. "EL SALTO")
-  AREA SELECCIONADA POR INE Y MATCONSULT
-  AREA ESTUDIADA POR INMINE 86 MAYO - 86
-  MINAS EN EXPLOTACION
-  MINAS EXPLOTADAS
- TENENCIA DE LA TIERRA**
-  POBLADOS
-  TERRENOS ESTATALES
-  COÓPERATIVAS
-  AREAS PRIVADAS

COOPERATIVAS
 AREAS PRIVADAS
 AREAS EVALUADAS POR
 MATCONSULT-INMINE-CEMENTERA



SECTION 2



358000

361000

368000

369000

370000

SAN RAFAEL DEL SUR
(4 km²)

San Pedro
San Juan
San Carlos
San Antonio
San Marcos
San Mateo
San Rafael
San Gabriel
San Miguel
San Andrés
San Felipe
San Lorenzo
San Sebastián
San Nicolás
San Jerónimo
San Basilio
San Vicente
San Esteban
San Agustín
San Fermín
San Sebastián
San Juan
San Pedro
San Carlos
San Antonio
San Marcos
San Mateo
San Rafael
San Gabriel
San Miguel
San Andrés
San Felipe
San Lorenzo
San Sebastián
San Nicolás
San Jerónimo
San Basilio
San Vicente
San Esteban
San Agustín
San Fermín

San Juan
San Pedro
San Carlos
San Antonio
San Marcos
San Mateo
San Rafael
San Gabriel
San Miguel
San Andrés
San Felipe
San Lorenzo
San Sebastián
San Nicolás
San Jerónimo
San Basilio
San Vicente
San Esteban
San Agustín
San Fermín

RIVER CHONQUEA
(15 km²)

SAN ROSA
(15 km²)

SECTION 3

130000

137000

140000

150000

154000

157000

160000

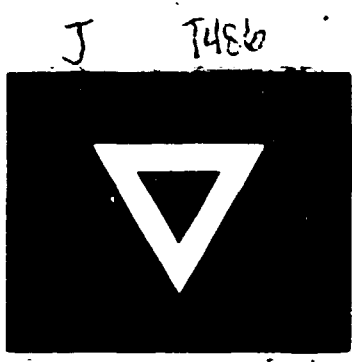
CONTENIDO "UBICACION DE AREA
DE EST. Y TENENCIA DE LA TIERRA"
DIBUJO B. CARVAJAL

PROSPECCION DE CALIZA

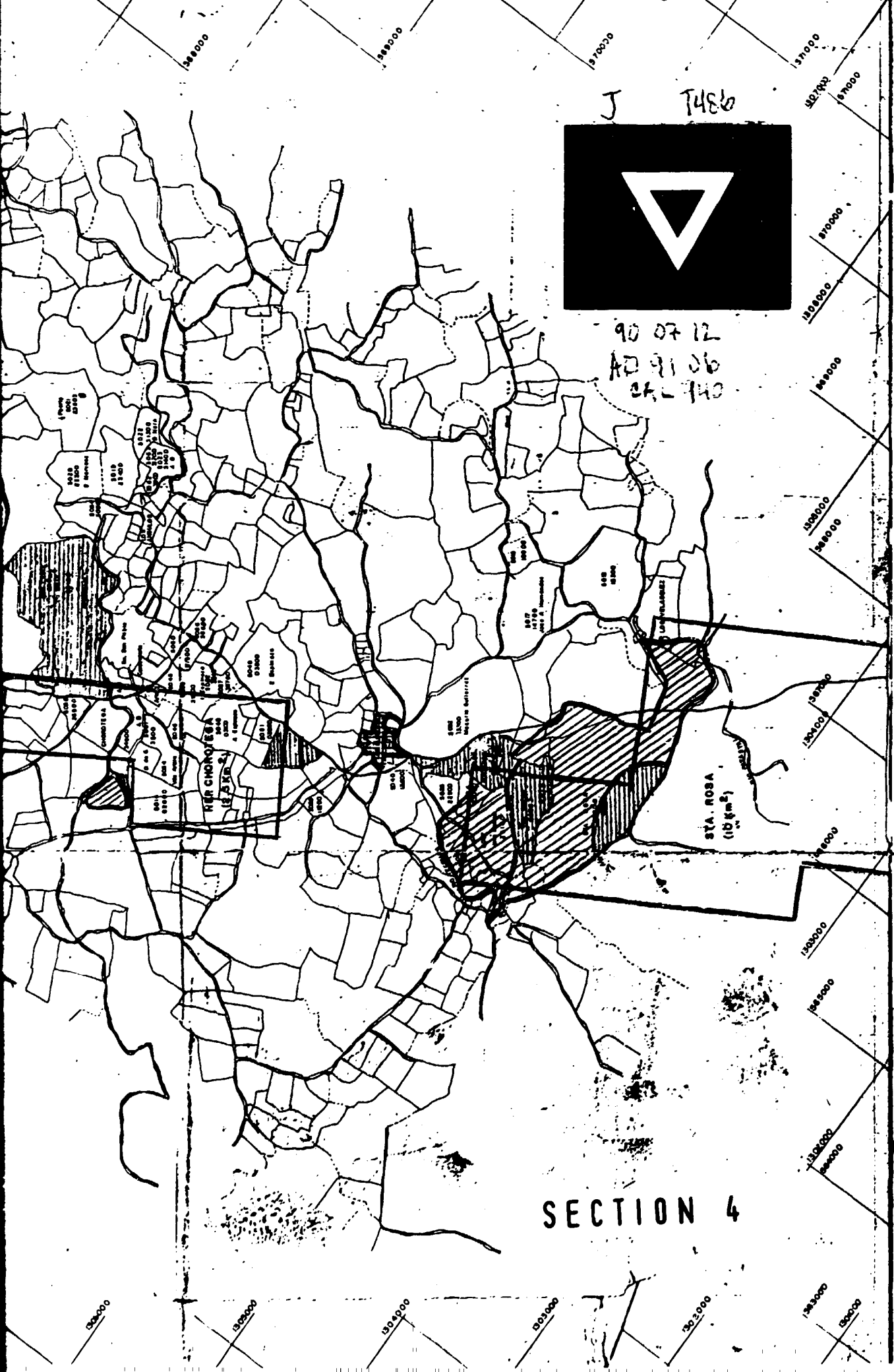
PROYECTO

FECHA JUNIO - 98
LUGAR Sr. RAFAEL DEL SUR

CONSULT



90 07 12
AD 91 06
24-740



SECTION 4