

303

*Universidad Iberoamericana*

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

ESCUELA DE QUIMICA

ELABORACION DE PULPA AL SULFITO  
MEDIANTE NUEVAS TECNICAS A PARTIR  
DE OYAMEL Y ENCINO

TESIS PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE  
QUIMICO

JOSE ANTONIO PURON LAZCANO  
MEXICO, D. F.

1963



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

ESCUELA DE QUIMICA

ELABORACION DE PULPAS AL SULFITO  
MEDIANTE NUEVAS TECNICAS A PARTIR  
DE OYAMEL Y ENCINO

TESIS PARA OPTAR  
POR EL TITULO DE  
QUIMICO

JOSE ANTONIO PURON LAZCANO

México, D. F.

1963

DESEO EXPRESAR MI RECONOCIMIENTO A LA DIRECCIÓN Y TÉCNICOS DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, A. C., Y ESPECIALMENTE A LA SECCIÓN DE CELULOSA Y PAPEL, POR LA ASISTENCIA Y FACILIDADES QUE ME FUERON BRINDADAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.

A MIS PADRES.

## C O N T E N I D O

- I.- ANTECEDENTES.
  - II.- CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES PROCESOS AL SULFITO.
  - III.- PROGRAMA DE TRABAJO A DESARROLLAR.
  - IV.- ELABORACION DE PULPAS AL SULFITO MEDIANTE LOS PROCESOS SELECCIONADOS Y MEDICION DE CARACTERISTICAS DE LAS PULPAS. (En dos MUESTRAS DE MADERAS NACIONALES: OYAMEL Y ENCINO.)
  - V.- RESULTADOS.
  - VI.- CONCLUSIONES.
- APENDICE.
- BIBLIOGRAFIA.

1.- ANTECEDENTES.

SE CONOCE COMO PULPA AL SULFITO AL PRODUCTO RESULTANTE DEL TRATAMIENTO DE UN MATERIAL CELULOSICO POR AGENTES QUÍMICOS, CUYOS NOMBRES DAN LUGAR AL LLAMADO "PROCESO AL SULFITO".

LA PULPA ASÍ OBTENIDA ES USADA EN LA FABRICACIÓN DE DIVERSOS TIPOS DE PAPEL Y PUEDE SER USADA TAMBIÉN EN LA INDUSTRIA TEXTIL, COMO CELULOSA PARA DISOLVER, CUANDO LA MADERA HA SUFRIDO UN PRETRATAMIENTO PREVIO A LA DIGESTIÓN. DESDE SU APARICIÓN EN EL MERCADO HA TENIDO GRAN ACEPTACIÓN DEBIDO A PROPIEDADES, TALES COMO SUAVIDAD, OPACIDAD Y FACILIDAD DE BLANQUEO.

LOS AGENTES QUÍMICOS EMPLEADOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE DICHA PULPA SON: HIDRÓXIDOS O CARBONATOS DE SODIO, CALCIO, MAGNESIO Y AMONIO, Y EL DIÓXIDO DE AZUFRE, EL CUAL PUEDE PROVENIR DE LA OXIDACIÓN DE AZUFRE O DE PIRITA. AL BURBUJEARLO EN LA SOLUCIÓN O SUSPENSIÓN DEL ÁLCALI, TIENE LUGAR LA FORMACIÓN DE SULFITOS O BISULFITOS QUE SON LOS REACTIVOS QUÍMICOS EMPLEADOS EN EL PROCESO AL CUAL DAN NOMBRE.

EL PROCESO AL SULFITO, LLAMADO "SULFITO NORMAL", DATA DE VARIOS AÑOS Y PRESENTA ALGUNAS DESVENTAJAS, ENTRE LAS CUALES SE ENCUENTRAN: LA POCAS VARIEDAD DE ESPECIES DE MADERAS UTILIZABLES EN DICHO PROCESO, Y LA RELATIVAMENTE BAJA CALIDAD DE LA PULPA, EN TÉRMINOS DE RESISTENCIAS FÍSICAS.



LA DEMANDA DE PULPA AL SULFITO ORIGINÓ LA NECESIDAD DE UTILIZAR UNA MAYOR DIVERSIDAD DE MATERIAS PRIMAS, ASÍ COMO DE MEJORAR LA CALIDAD DE LA PULPA Y HACER MÁS ECONÓMICO EL PROCESO; POR ELLO LA INDUSTRIA MUNDIAL DEL PAPEL HA DEDICADO NUMEROSOS ESFUERZOS PARA LA CREACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS PARA ESTE PROCESO QUE PERMITAN UNA MAYOR DIVERSIFICACIÓN.

Así, EN LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS, SE HAN DESARROLLADO EN DIVERSOS PAÍSES NUEVAS TÉCNICAS AL SULFITO. ENTRE LOS PRINCIPALES PROCESOS SE PUEDEN CITAR LOS LLAMADOS: MAGNEFITE, ARRISO, NSSC, STORAFITE, SIVOLA Y WEYERHAEUSER.

LA LITERATURA MUNDIAL ENSEÑA QUE ESTOS PROCESOS HAN TENIDO UNA ACEPTACIÓN MÁS O MENOS GRANDE EN LA INDUSTRIA PAPELERA, DEPENDIENDO PRINCIPALMENTE DE LA MATERIA PRIMA QUE SE EMPLEA Y DE LA LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

POR OTRA PARTE, LA LITERATURA NO MUESTRA UNA COMPARACIÓN DEFINIDA ENTRE CADA UNO DE LOS PROCESOS PARA UNA MISMA MATERIA PRIMA, Y ADEMÁS, LA MAYOR PARTE DE LAS PRUEBAS HECHAS HASTA LA FECHA, HAN SIDO CON MADERAS DE BOSQUES FRÍOS CUYAS CARACTERÍSTICAS DIFIEREN DE LAS MADERAS DE ZONAS TEMPLADAS Y CÁLIDAS. ES POR ELLO ACONSEJABLE LLEVAR A CABO UN ESTUDIO CUYO FIN SEA EL DE TERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS ELABORADAS MEDIANTE LOS PROCESOS ENUNCIADOS EMPLEANDO DOS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS NACIONALES.

TOMANDO COMO BASE EL NÚMERO DE FASES QUE EMPLEAN, LOS PROCESOS AL SULFITO NORMAL SE PODRÍAN DIVIDIR EN DOS GRUPOS, A SABER:

GRUPO No. 1: (UNA SOLA FASE): NORRA, NSSC, ARRISO, MAGNEFITE.

GRUPO No. 2: (DOS FASES): STORAFITE, SIVOLA, WEYERHAESER.

EL PRESENTE ESTUDIO TUVO COMO FINALIDAD DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS ELABORADAS A PARTIR DE ENCINO (MADERA DURA TEMPLADA) Y OYAMEL (MADERA BLANDA), MEDIANTE LOS PROCESOS QUE EMPLEAN UNA SOLA FASE.

\* PROCESO SEMIQUÍMICO NEUTRO AL SULFITO.

II.- CARACTERISTICAS DE LOS  
PRINCIPALES PROCESOS AL  
SULFITO.

## GENERALIDADES:

EL PROCESO AL SULFITO SE BASA EN EL TRATAMIENTO DE MATERIALES CELULÓSICOS CON UN LICOR FORMADO POR SULFITO O BISULFITO DE CALCIO, SODIO, MAGNESIO Ó AMONIO, VARIANDO EL REACTIVO SEGÚN EL PROCESO ESCOGIDO Y/O LAS VARIABLES DEL MISMO.

A LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE LA DIGESTIÓN DE LA MADERA U OTRO MATERIAL CELULÓSICO SE LES DENOMINA, SEGÚN SU CONTENIDO DE LIGNINA COMO SIGUE.

PULPA QUÍMICA: DE BAJO CONTENIDO EN LIGNINA Y QUE GENERALMENTE NO NECESITA DE UNA DESFIBRACIÓN MECÁNICA.

PULPA SEMI-QUÍMICA: DE ALTO CONTENIDO EN LIGNINA, Y QUE REQUIERE UN TRATAMIENTO MECÁNICO POSTERIOR A LA DIGESTIÓN.

SE DENOMINA TAMBIÉN PULPA DE ALTO RENDIMIENTO A LA PULPA SEMI-QUÍMICA CUYO TRATAMIENTO MECÁNICO NO ES MUY ENÉRGICO.

LAS PULPAS QUÍMICAS TIENEN GENERALMENTE RENDIMIENTOS MENORES DEL 55% Y LAS PULPAS SEMI-QUÍMICAS RENDIMIENTOS MAYORES DEL 55% SOBRE PESO DEL MATERIAL ORIGINAL SECO.

EN ADICIÓN A LA INFLUENCIA QUE PRESENTA LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y LA CONSTITUCIÓN DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS, LAS PRINCIPALES VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO AL SULFITO SON:

- A).- EL POTENCIAL DE HIDRÓGENO
- B).- EL TIEMPO DE DIGESTIÓN
- C).- LA TEMPERATURA MÁXIMA DE DIGESTIÓN
- D).- EL PORCIENTO DE REACTIVOS SOBRE EL PESO DE MATERIAL CELULÓSICO SECO
- E).- LA RELACIÓN LICOR: SÓLIDO
- F).- LA PRESIÓN (INFLUYE INDIRECTAMENTE, PUES ES FUNCIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO DEL LICOR DE DIGESTIÓN Y LA TEMPERATURA).

CADA VARIABLE EJERCE UNA INFLUENCIA DETERMINADA EN LA CALIDAD DE LA PULPA, Y SE PUEDEN COMBINAR ÉSTAS DE MUY DIVERSAS FORMAS PARA OBTENER LA CALIDAD Y CARACTERÍSTICAS DESEADAS.

LAS CARACTERÍSTICAS QUE SE BUSCAN GENERALMENTE EN UN PROCESO INDUSTRIAL SON: BAJO CONSUMO DE REACTIVOS, BUENA ELIMINACIÓN DE LIGNINA Y BUENA RESISTENCIA DE LA PULPA.

### ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DE LOS EFECTOS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES EN EL PROCESO AL SULFITO.

ES DE HACERSE NOTAR QUE PARA OBTENER UNA BUENA REACCIÓN ENTRE LOS COMPONENTES DE LA MADERA Y EL LICOR DE DIGESTIÓN, ÉSTE DEBE DE ESTAR EN ÍNTIMO CONTACTO CON LAS ASTILLAS, TANTO EN SU PARTE EXTERNA COMO EN SU PARTE INTERNA, ES DECIR, DEBE HABER UNA BUENA PENETRACIÓN. EXISTEN DIFERENTES TÉCNICAS PARA LOGRAR UNA BUENA PENETRACIÓN DEL LICOR EN LAS ASTILLAS, ENTRE OTRAS SE PUEDEN MENCIONAR LAS SIGUIENTES:

- A).- MANTENER EN CONTACTO, POR UN TIEMPO DA  
DO Y A TEMPERATURAS INFERIORES A  
120°C, EL LICOR DE DIGESTIÓN Y LA MADE  
RA.
- B).- POR MEDIO DE PRESIÓN HIDRÁULICA FORZAR  
EL LICOR DE DIGESTIÓN A PENETRAR EN LA  
PARTE INTERNA DE LA ASTILLA.
- C).- HACER VACÍO EN EL DIGESTOR CARGADO CON  
ASTILLAS, PREVIAMENTE A LA ADICIÓN DEL  
LICOR DE DIGESTIÓN.

CADA PROCESO DE DIGESTIÓN TIENE YA ESTABLE-  
CIDO SU SISTEMA DE PENETRACIÓN Y LA INFLUENCIA  
DE ELLA ES AMPLIAMENTE CONOCIDA, Y SI ÉSTA NO SE  
HACE EN FORMA ADECUADA LA DIGESTIÓN DE LA MADERA  
SERÁ INCOMPLETA, INDEPENDIENTEMENTE DE LAS CONDI  
CIONES DEL PROCESO EMPLEADO. ES POR ELLO QUE EN  
EL ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO DEL EFECTO DE LAS VARIA  
BLES DE LOS DIFERENTES PROCESOS NO SE INCLUYÓ LA  
"PENETRACIÓN", Y SOLAMENTE SE SELECCIONARON LAS  
CONDICIONES DE AQUELLAS EXPERIENCIAS EN QUE SE  
LOGRÓ UNA PENETRACIÓN ACEPTABLE.

LA MATERIA PRIMA PRESENTA, ASIMISMO, UNA IN  
FLUENCIA EN LAS VARIABLES Y CONDICIONES DE PRO-  
CESO, YA QUE SUS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y  
COMPOSICIÓN QUÍMICA PUEDEN DIFERIR EN UN GRADO  
TAL, DE UNA ESPECIE A OTRA, QUE SE REQUIERAN CON  
DICIONES DISTINTAS PARA EL TRATAMIENTO ADECUADO  
DE CADA UNA DE ELLAS.

ASÍ, LA DUREZA Y DENSIDAD PUEDE INFLUIR EN  
EL SISTEMA DE PENETRACIÓN, YA QUE A MAYOR DUREZA  
Y DENSIDAD SERÁ MÁS DIFÍCIL DE INTRODUCIR EL LI-  
COR HASTA EL INTERIOR DE LA ASTILLA; UN MAYOR  
CONTENIDO DE LIGNIN PODRÁ INDICAR UN MAYOR  
CONSUMO DE REACTIVO QUÍMICOS, REQUERIR MAYO-  
RES TIEMPOS DE DIGESTIÓN O TEMPERATURAS MÁS ELE-

VADAS PARA LOGRAR VALORES SEMEJANTES DE ELIMINACIÓN DE LIGNINA.

COMO YA SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE, EL PROCESO AL SULFITO NORMAL EMPLEABA ÚNICAMENTE ABETOS Y OYAMELES, YA QUE LA EXPERIENCIA MOSTRABA QUE CUANDO SE EMPLEABAN OTRAS MADERAS, COMO SON LAS DURAS O LA DE PINOS, NO SE OBTENÍAN BUENAS CARACTERÍSTICAS EN LAS PULPAS. PARA LA MADERA DE PINO SE EFECTUARON ESTUDIOS QUE ACLARARON PORQUÉ, A PESAR DE SER MADERA BLANDA, NO PODÍA SER PROCESADA AL SULFITO; SE ENCONTRÓ QUE ALGUNOS COMPUESTOS FENÓLICOS INHIBEN ESTE PROCESO Y QUE LA RESINA PRESENTE EN LOS PINOS, NO ELIMINABLE EN ÉL, PRODUCE PROBLEMAS AL DEPOSITARSE EN LAS MALLAS DE LA MÁQUINA FORMADORA DE PAPEL (22).

LAS INVESTIGACIONES EFECTUADAS EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS HAN MOSTRADO QUE ES POSIBLE ELABORAR PULPAS AL SULFITO DE UN MAYOR NÚMERO DE ESPECIES DE MADERAS, TANTO DE LAS BLANDAS COMO DE LAS DURAS.

EL DESARROLLO DE LAS NUEVAS TÉCNICAS DE PROCESO SE HA BASADO EN EL CONOCIMIENTO DE LOS EFECTOS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO AL SULFITO Y DE LAS CUALES SE HA HECHO EL SIGUIENTE RESUMEN:

LAS PRINCIPALES VARIABLES CONSIDERADAS EN EL PROCESO AL SULFITO SON:

- A). - RELACIÓN REACTIVO - MADERA.
- B). - RELACIÓN LICOR - MADERA.
- C). - TEMPERATURA MÁXIMA DE DIGESTIÓN.
- D). - PH.
- E). - BASE USADA.

EL EFECTO DE LAS DIFERENTES VARIABLES FUE ESTUDIADO USANDO ABETO (DE NORUEGA), COMO MATE-

RIA PRIMA Y BISULFITO DE SODIO COMO REACTIVO QUÍMICO (HARTLER, STOCKMAN Y SUNDBERG) (22). ALGUNOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS FUERON LOS SIGUIENTES:

A).- RELACIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE: MADERA SECA.

ESTA RELACIÓN, EXPRESADA EN PORCIENTO, CORRESPONDE AL DIÓXIDO DE AZUFRE TOTAL, ES DECIR TANTO LIBRE COMO COMBINADO, REFERIDO A MADERA SECA EMPLEADA.

SE HA ENCONTRADO EXPERIMENTALMENTE QUE AL INCREMENTARSE ESTE VALOR LA DISOLUCIÓN DE LA LIGNINA AUMENTA CONSIDERABLEMENTE, Y EN CAMBIO LA DISOLUCIÓN DE CARBOHIDRATOS NO ES AFECTADA. LOS AUTORES INDICAN QUE ÉSTO PUEDE SER DEBIDO A DIFERENCIAS EN EL GRADO DE SULFONACIÓN Y AL EFECTO DE HIDRÓLISIS QUE OCURRE DURANTE LA DIGESTIÓN, POR LO QUE LAS DIFERENCIAS EN EL NÚMERO KAPPA (LIGNINA RESIDUAL EN LA PULPA) Y TIEMPO DE DIGESTIÓN CAUSADAS POR DIFERENCIAS EN EL PORCIENTO DE DIÓXIDO DE AZUFRE, SON DEBIDAS ENTERAMENTE A LA RAPIDEZ DE DISOLUCIÓN DE LA LIGNINA.

HAY QUE TENER EN CUENTA QUE SI SE USA INSUFICIENTE CONCENTRACIÓN DE REACTIVO (BASE), ÉSTE SERÁ ENTERAMENTE CONSUMIDO, LA ACIDEZ AUMENTARÁ Y LOS CARBOHIDRATOS SE DISOLVERÁN MÁS RAPIDAMENTE QUE LA LIGNINA. SI LA DIGESTIÓN CONTINÚA, EL MATERIAL DISUELTO SE PRECIPITA, Y LA PULPA ADQUIERE UN COLOR OSCURO, MUY DIFÍCIL DE ELIMINAR.

COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA NO. 1, LA MÍNIMA CANTIDAD DE REACTIVOS REQUERIDA PARA PULPA DE ALTO RENDIMIENTO, ES DE 4% DIÓXIDO DE AZUFRE: MADERA.

EL TIEMPO DE DIGESTIÓN PARA UN RENDIMIENTO



DADO AUMENTA AL DISMINUIR EL PORCIENTO DE REACTIVOS, Y PARA TODO TIPO DE PULPAS (FIG. 2); SE NOTA UNA MARCADA DIFERENCIA ENTRE DIGESTIONES A MENOS DE 4.8% DE DIÓXIDO Y DIGESTIONES A MÁS DE 4.8%.

EN GENERAL AL AUMENTAR LA RELACIÓN REACTIVO: MADERA, SE OBTIENE: (22)

TIEMPO MENOR DE DIGESTIÓN.

DISMINUCIÓN DE MADERA NO DIGERIDA (RECHAZOS).

AUMENTO EN BLANCURA DE PULPA ANTES DE BLANQUEAR.

AUMENTO EN LONGITUD DE RUPTURA.

DISMINUCIÓN EN RESISTENCIA AL RASGADO.

#### B).- RELACIÓN LICOR DE DIGESTIÓN: MADERA:

PARA ESTUDIAR ESTE EFECTO SE CONSERVÓ CONSTANTE LA RELACIÓN SUBSTANCIAS QUÍMICAS: MADERA. POR TANTO AL DISMINUIR LA RELACIÓN LICOR: MADERA, AUMENTÓ LA CONCENTRACIÓN DE REACTIVOS EN EL LICOR.

EN LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS CON ESTA BASE Y CUYOS RESULTADOS ESTÁN REPRESENTADOS EN LA FIG. 4 SE ENCONTRÓ QUE LA DIGESTIÓN SE EFECTUABA MÁS RÁPIDAMENTE AL DISMINUIR LA RELACIÓN LÍQUIDO: SÓLIDO, CON UN VALOR MÍNIMO DE 2, ABAJO DEL CUAL NO SE EFECTÚA UNA DIGESTIÓN PROPIAMENTE DICHAS, OBTENIÉNDOSE PULPAS NEGRAS MUY DIFÍCILES DE BLANQUEAR Y CON BAJA RESISTENCIA. CON ELLO SE COMPROBABA QUE LA ELIMINACIÓN DE LIGNINA ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES BISULFITO.

No. de No.  
Kappa: Roe

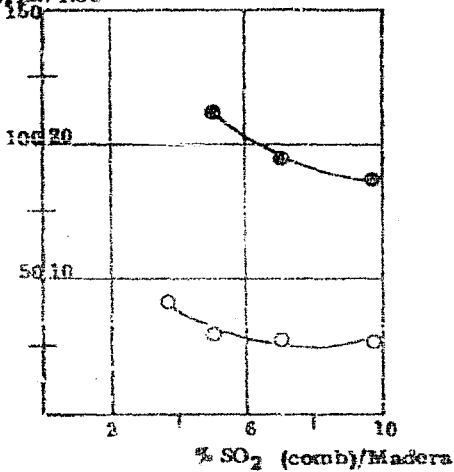


FIGURA No. 1

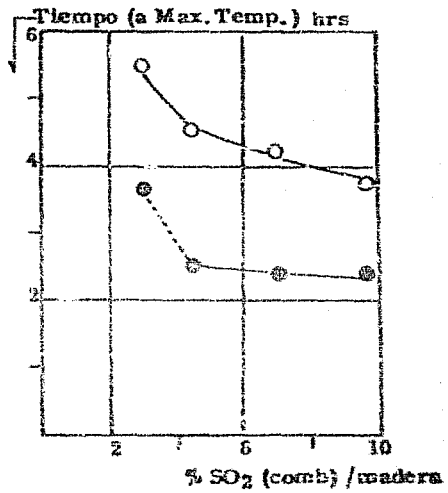


FIGURA No. 2

pH: 4.5  
Temp. Máx.: 160°C  
Rendimiento: ● 65%  
○ 55%

Fig. 1 y 2 licor/madera: 4  
Fig. 3 y 4: SO<sub>2</sub>/madera: 7.2%

No. de No.  
Kappa: Roe

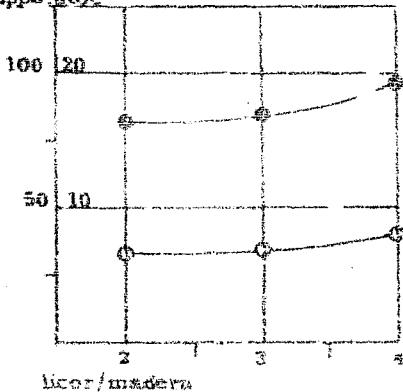


FIGURA No. 3

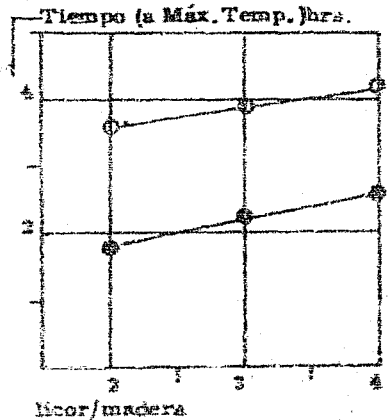


FIGURA No. 4

ASIMISMO (FIG. 3), SE ENCONTRÓ QUE AL DISMINUIR LA RELACIÓN LÍQUIDO: SÓLIDO, DISMINUÍA EL VALOR DEL NÚMERO DE KAPPA (DISMINUCIÓN DE LIGNINA RESIDUAL).

POR CUANTO A RESISTENCIA SE REFIERE, SE OBTUVO QUE PARA PULPAS CON VALORES SIMILARES DE LIGNINA RESIDUAL, LA LONGITUD DE RUPTURA AUMENTA BA AL DISMINUIR LA RELACIÓN LÍQUIDO: MADERA DE 4 A 2. LAS RESISTENCIAS, AL IGUAL QUE EL RENDIMIENTO, SE VEN AUMENTADAS AL DISMINUIR EL TIEMPO DE DIGESTIÓN, EL CUAL ES AFECTADO POR LA RELACIÓN LICOR: MADERA. (FIG. 4)

### c). - EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE DIGESTIÓN.

AL INCREMENTAR LA TEMPERATURA EN EL PROCESO DE DIGESTIÓN LAS VELOCIDADES DE LAS REACCIONES QUÍMICAS Y DE LOS PROCESOS FÍSICOS AUMENTAN EN DIFERENTES MAGNITUDES. ASÍ, LAS REACCIONES DE SULFITACIÓN E HIDRÓLISIS MUESTRAN UNA MAYOR DEPENDENCIA DE LA TEMPERATURA QUE LA DIFUSIÓN DE LOS REACTIVOS EN LAS ASTILLAS O DE ÉSTAS HACIA EL EXTERIOR.

SE HA DETERMINADO EXPERIMENTALMENTE QUE AL AUMENTAR LA TEMPERATURA ES NECESARIO DIGERIR MENOR TIEMPO PARA UN RENDIMIENTO DADO, ASIMISMO, PARA UN MISMO TIEMPO DE DIGESTIÓN AL AUMENTAR LA TEMPERATURA DISMINUYEN EL RENDIMIENTO Y LA BLANQUEO RA.

LA FIGURA 5 NOS MUESTRA LAS VARIACIONES DE RESISTENCIAS DEBIDAS A LA TEMPERATURA MÁXIMA DE DIGESTIÓN, DENTRO DE LOS LÍMITES ESTUDIADOS (145 - 175°C), Y PARA UN RENDIMIENTO DADO (55 Y 65%). EN ELLA SE PUEDE OBSERVAR QUE AL DISMINUIR ESTA TEMPERATURA, AUMENTAN LOS VALORES DE LONGITUD DE RUPTURA (ASÍ COMO LA RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN), Y EN CAYENDO DISMINUYEN, AUNQUE EN ME-

NOS PROPORCIÓN, LOS VALORES DE RESISTENCIA AL RASGADO.

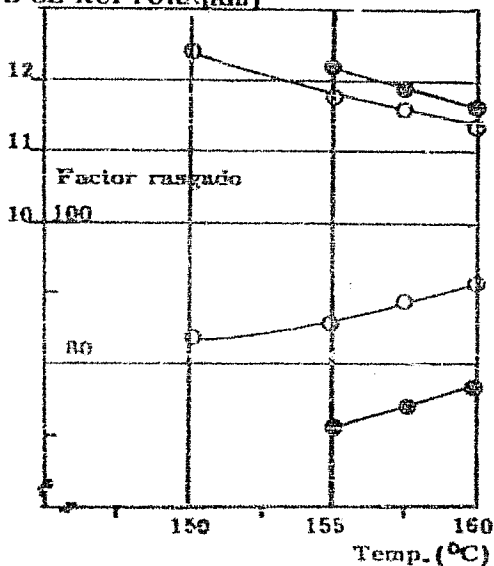
LA TEMPERATURA QUE SE EMPLEA NORMALMENTE EN EL PROCESO AL SULFITO ESTÁ COMPRENDIDA ENTRE  $145^{\circ}\text{C}$  Y  $175^{\circ}\text{C}$ , REQUIRIENDO LA PRIMERA TIEMPOS LARGOS DE DIGESTIÓN LO QUE PUEDE OCASIONAR DE GRADACIONES DE LA CELULOSA Y ALTOS COSTOS DE OPERACIÓN, EN CAMBIO LA TEMPERATURA DE  $175^{\circ}\text{C}$  POR PRODUCIR VELOCIDADES ALTAS DE REACCIÓN, REQUIERE DE TIEMPOS CORTOS; SIN EMBARGO A ESTA TEMPERATURA TIENEN LUGAR ATAQUES QUÍMICOS A LA CELULOSA CON LA CONSIGUIENTE DISMINUCIÓN DE RESISTENCIAS. SE HA DETERMINADO EXPERIMENTALMENTE QUE LAS TEMPERATURAS ÓPTIMAS, CONTROLABLES, PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA AL SULFITO, DEBEN SER ENTRE  $155^{\circ}$  Y  $165^{\circ}\text{C}$ .

#### D).- INFLUENCIA DEL PH.

LA FIGURA NO. 6 SEÑALA LA COMPOSICIÓN DE CLOR SULFÍTICO A  $200^{\circ}\text{C}$  Y DIFERENTES POTENCIALES DE HIDRÓGENO. EN ELLA SE PUEDE OBSERVAR QUE A UN POTENCIAL DE HIDRÓGENO DE 4.5, EXISTE UN CONTENIDO MÁXIMO DE IONES BISULFITO, QUE VARIAN LIGERAMENTE CON CAMBIOS DE CONCENTRACIÓN DE REACTIVOS Y TEMPERATURA. A VALORES DE PH DE 2.5 A 7 LA PROPORCIÓN DE IONES BISULFITO ES MAYOR DE 50%, Y LAS PULPAS PREPARADAS DENTRO DE ESTOS LÍMITES SE LLAMA PULPAS AL BISULFITO. A VALORES DE PH INFERIORES A 4.5 LA CONCENTRACIÓN DE IONES BISULFÍTICOS DISMINUYE DEBIDO A LA PRESENCIA DE DIOXÍDO DE AZUFRE LIBRE.

POR LO QUE SE REFIERE A LA INFLUENCIA DEL PH EN LA TEMPERATURA MÁXIMA DE DIGESTIÓN, PODEMOS OBSERVAR EN LA FIG. 7, QUE PARA OBTENER UN MISMO RENDIMIENTO (EN ESTE CASO DE 70%) A TIEMPO DE DIGESTIÓN CONSTANTE, SE OBTIENE UNA LÍNEA REC

LONGITUD DE RUPTURA(Km)



Licor/madera: 4  
 react./madera: 8.6%  
 pH : 4.5

Rendimiento ● 65%  
 ○ 55%

FIGURA No. 5

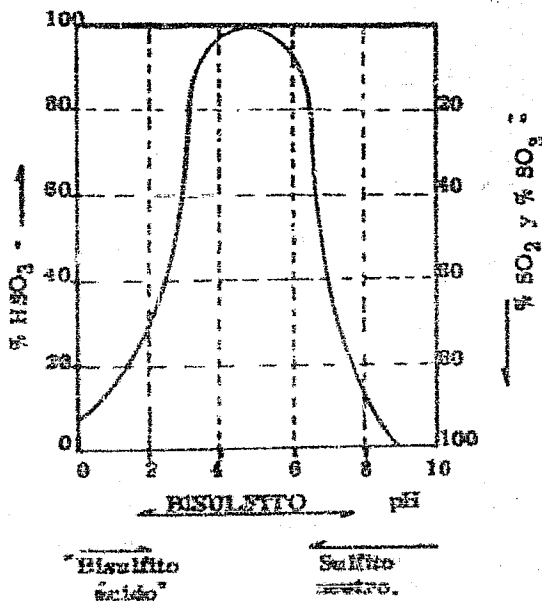


FIGURA No. 6

TA ASCENDENTE HASTA UN PH DE 4.5 QUE CORRESPONDE A UNA TEMPERATURA MÁXIMA, LIGERAMENTE INFERIOR A 180°C. LO ANTERIOR MUESTRA QUE AL AUMENTAR EL PH ES NECESARIO AUMENTAR LA TEMPERATURA. A MAYORES VALORES DE PH, INTERVIENEN OTROS FACTORES Y LA TEMPERATURA NECESARIA PARA UN DETERMINADO RENDIMIENTO, PERMANECE CONSTANTE. SIN EMBARGO, LA ELIMINACIÓN DE LIGNINA ES DEFICIENTE Y LAS PULPAS OBTENIDAS SON OSURAS Y OSCURAS.

SEGÚN TRABAJOS REALIZADOS POR HALL Y STOCKMAN (23), SE OBTUVIERON MEJORES RESISTENCIAS AL RASGADO Y LONGITUD DE RUPTURA A PH4, QUE A PH 1.5 Y PH 6. COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA FIG. 8, HARTLER Y STOCKMAN (22) OBTUVIERON LOS MISMOS RESULTADOS, AUNQUE CON MUY Poca DIFERENCIA ENTRE PH 3 Y PH 4.5.

UN AUMENTO EN EL PH PRODUCE UNA MARCADA REDUCCIÓN EN LA VISCOSIDAD DE LA PULPA; A PH 6 LA REDUCCIÓN ES TAL, QUE PRODUCE UN EFECTO ADVERSO EN LA RESISTENCIA DE LA PULPA SIN BLANQUEAR. SIN EMBARGO, CUANDO EL PH SUBE AÚN MÁS, LA VISCOSIDAD AUMENTA DE NUEVO, OBTENIÉNDOSE BUENAS RESISTENCIAS. COMO SE DIJO ANTERIORMENTE, LAS RESISTENCIAS DE LA PULPA SON AFECTADAS GRANDEMENTE CUANDO LA VISCOSIDAD DE ÉSTA CAE BAJO CIERTOS LÍMITES. ESTO ES DE CONSIDERABLE IMPORTANCIA EN EL BLANQUEO. PUESTO QUE UNA VISCOSIDAD INICIAL BAJA, IMPLICA UN MAYOR RIESGO DE DEGRADACIÓN DE LA PULPA DURANTE DICHA OPERACIÓN.

#### 2.1. - BASES.

EN ADICIÓN AL CALCIO, USADO EN EL PROCESO AL SUELO CONVENCIONAL, LAS BASES MÁS USADAS O MÁS RECENTES HAN DESPERTADO CIERTO INTERÉS SON SODIO Y POTASIO (LLAMADAS BASES SOLUBLES) PRINCIPALMENTE PORQUE HAN PODIDO LLEGAR A COMPETIR ECONÓMICAMENTE CON LA PRIMERA.

LAS BASES SOLUBRES TIENEN CIERTAS VENTAJAS, PUES PERMITEN EL USO DE MADERAS CONSIDERADAS ANTERIORMENTE COMO INAPROPIADAS PARA EL PROCESO AL SULFITO, LO QUE AUMENTA LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA. TAMBIÉN ES POSIBLE, MEDIANTE EL USO DE ESTAS BASES Y ESTOS NUEVOS PROCESOS (TANTO DE UNA FASE COMO DE DOS FASES), PRODUCIR NUEVAS Y MEJORES CLASES DE PULPA.

DE LAS DOS BASES SOLUBLES, EL SODIO OFRECE LAS MAYORES POSIBILIDADES, PUES PRÁCTICAMENTE SE PUEDE TENER CUALQUIER VALOR DE PH. POR OTRO LADO, EL MAGNESIO NO PUEDE SER USADO SI EL PH ES MAYOR DE 4.5 DEBIDO A LA INSOLUBILIDAD DE SU SULFITO PARA VALORES CERCANOS AL NEUTRO.

SIN EMBARGO, COMO EL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DEL MAGNESIO ES MÁS SENCILLO Y BARATO QUE EL DE SODIO, PRESENTAN GRAN INTERÉS LOS PROCESOS QUE LO USAN.

### ESTUDIO BIBLIOGRAFICO SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES PROCESOS AL SULFITO.

LOS PROCESOS AL SULFITO, CUYO EMPLEO INDUSTRIAL SE HA EXTENDIDO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS SON LOS SIGUIENTES: SULFITO NORMAL, MAGNEFITE, ARBISO, NSSC, STORA, SIVOLA Y WEYERMAEUSER.

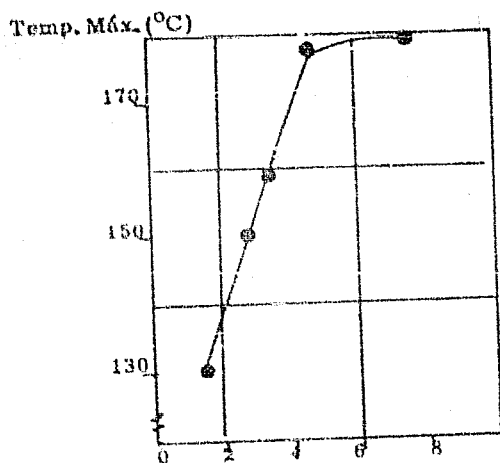
DE ACUERDO CON LAS FASES O PASOS QUE SE EMPLEAN EN LOS PROCESOS SE PUEDEN DIVIDIR EN DOS GRUPOS A SABER:

UNA FASE: SULFITO NORMAL, MAGNEFITE, NSSC, ARBISO.

DOS FASES: SIVOLA, STORAFITE, WEYERMAEUSER.

ESTOS PROCESOS EMPLEAN DIFERENTES VALORES DE PH, DE TIEMPO DE DIGESTIÓN, CONCENTRACIÓN DE

FIGURA No. 7

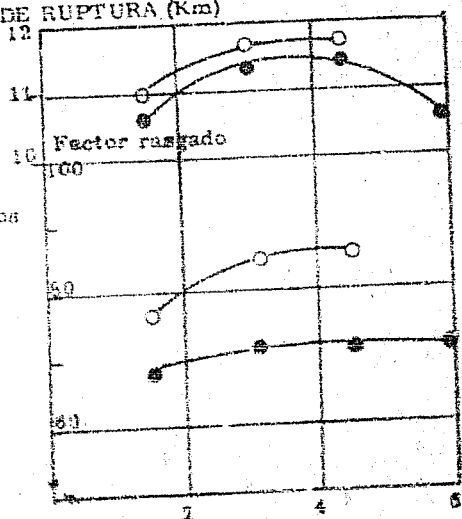


licor/madera: 4  
 react./madera: 9.6%  
 tiempo: 2 horas  
 rendimiento: 70%

pH (licor residual)

FIGURA No. 8

LONGITUD DE RUPTURA (Km)



licor/madera: 4  
 react./madera: 9.6%  
 Temp.: según resultados  
 de Fig. 7.

Rendimiento ● 55%  
 ○ 55%

pH



REACTIVOS, NÚMERO DE FASES Y EN ALGUNAS OCASIONES UTILIZAN EQUIPO ESPECIALIZADO, DEBIDO A LOS DIFERENTES REACTIVOS Y CONDICIONES DE OPERACIÓN.

PROCESO AL SULFITO NORMAL: (1) (18) (19).

BENJAMÍN P. TILCHMAN, DESCUBRIÓ EN 1866 QUE ERA POSIBLE DIGERIR MADERA CON UNA SOLUCIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE EN AGUA, PERO LA PULPA RESULTABA MUY DIFÍCIL DE BLANQUEAR Y EL LICOR RESIDUAL MOSTRABA LA PRESENCIA DE ÁCIDO SULFÚRICO. POSTERIORMENTE AÑADIÓ CARBONATO DE SODIO Y OBTUVO UNA PULPA MÁS LIGERA Y FÁCIL DE BLANQUEAR.

AL AÑO SIGUIENTE PATENTÓ EL PROCESO DE DIGESTIÓN CON LA SOLUCIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE EN AGUA Y LA ADICIÓN DE UN BISULFITO ALCALINO. TAMBIÉN INCLUÍA EN LA PATENTE LA RECUPERACIÓN DEL DIÓXIDO SOBRENANTE, ABSORBIÉNDOLO EN AGUA.

UNOS AÑOS DESPUÉS OTROS INVESTIGADORES ENTRE ELLOS EKMAN, RITTER Y KELLMER RECLAMARON EL DESCUBRIMIENTO DE ESTE PROCESO CON PEQUEÑAS MODIFICACIONES.

EN ESTE PROCESO ES IMPORTANTE, SEGUN SUS DESCUBRIDORES, QUE EL DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE ESTÉ EN EXCESO, PUES SI NO RESULTARÍA, YA SEA UNA DIGESTIÓN DEFECTUOSA CON MUCHOS RECHAZOS, O SE QUEMARÍA LA MADERA, O HABRÍA PRECIPITACIÓN DE SULFITO DE CALCIO.

LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES QUE SE SEÑALAN PARA ESTE PROCESO (1) SON:

PH DEL LICOR DE DIGESTIÓN:	1.45 - 2.10
Índice de SO <sub>2</sub> EN EL LICOR: TOTAL	3.5 - 7.75

% DE SO<sub>2</sub> COMBI-  
MADO:

1.02 - 1.70

TEMPERATURA MÁ-  
XIMA DE DIGES-  
TIÓN: °C

140 - 165

TIEMPO (HORAS)

VARIABLE ENTRE 8 - 10

PERÍODO DE PENE-  
TRACIÓN: (HORAS)

2 - 4 (A 100° - 120°C)

BASE:

USA CUALQUIERA, YA QUE AL  
PH TAN BAJO CON QUE SE TRA-  
BAJA LOS BISULFITOS Y LAS  
SALES DE CALCIO Y MAGNESIO  
SON SOLUBLES.

LA PULPA OBTENIDA ES UNA PULPA QUÍMICA DE  
BAJA RESISTENCIA Y FÁCIL DE BLANQUEAR.

### PROCESO MAGNEFITE. (5) (17).

EL PROCESO MAGNEFITE ES UNA NUEVA TÉCNICA  
PARA LA ELABORACIÓN DE PULPAS AL SULFITO, QUE EM-  
PLEA COMO BASE EL MAGNESIO; FUE CREADA POR LA  
COMPAÑÍA HOWARD SMITH PAPER MILLS, DE CORNWALL,  
ONT.

SEGÚN LA LITERATURA (5), PUEDEN USARSE VA-  
RIAS MEZCLAS DE MADERAS; NO HAY PROBLEMAS POR EL  
CONTENIDO EN FENCLES DE LA MADERA.

EN ESTE PROCESO, EL LICOR NO REQUIERE DE EX-  
CESO DE DIÓXIDO DE AZUFRE, O SEA, QUE USA SOLA-  
MENTE DIÓXIDO COMBINADO, PRESCINDIENDO DEL LI-  
BRE; ESTO PERMITE PREPARAR EL LICOR Y ALMACENAR-  
LO A TEMPERATURAS MAYORES A LA AMBIENTE, CON AHO-  
RRO EN EL CONSUMO DE CALOR EN LA DIGESTIÓN.

SE TRATÓ EN ESTE PROCESO DE EXPLORAR SI A  
UN PH INTERMEDIO ENTRE EL EMPLEADO EN EL PROCESO  
ÁCIDO (1.5 - 2.1) Y EN EL NEUTRO (6.5 - 8) O SEA  
A VALOR DE PH ENTRE 3 Y 5, ERA POSIBLE OBTENER

MAYORES RESISTENCIAS CON MÁS VARIEDADES DE MADERAS COMO EN EL PROCESO NEUTRO, Y AL MISMO TIEMPO PODER USAR LAS BAJAS TEMPERATURAS DEL PROCESO ÁCIDO.

ESTE VALOR DE PH SE OBTIENE USANDO SODIO, MAGNESIO, O AMONIO COMO BASES, PERO NO CON CALCIO DEBIDO A LA LIMITADA SOLUBILIDAD DE LAS SALES DE ESTE ÚLTIMO.

EL PROCESO CUENTA CON UN SISTEMA DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA RECUPERACIÓN DE REACTIVOS. PARA ESTE FIN, SE QUEMA EL LICOR RESIDUAL, OBTENIÉNDOSE DIÓXIDO DE AZUFRE Y ÓXIDO DE MAGNESIO QUE PUEDEN VOLVER A SER USADOS.

ESTE PROCESO SE DESARROLLÓ AL TRATAR DE A PROVECHAR LOS DESPERDICIOS DE LOS ASERRADEROS DE DOUGLAS FIR, PUES LA BASE CALCIO NO ERA PRÁCTICA DEBIDO A LA RESISTENCIA DE PENETRACIÓN DEL DURAMEN DEL DOUGLAS FIR Y LA PRECIPITACIÓN DE PRODUCTOS DE CALCIO. (5).

SE EMPLEA ANTES DE LA DIGESTIÓN UN TRATAMIENTO CON VAPOR DE AGUA A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y POSTERIORMENTE UNA IMPREGNACIÓN DE ASTILLAS CON LICOR SULFÍTICO A  $90^{\circ}\text{C}$  Y  $6.3 \text{ KG}/\text{CM}^2$ , DURANTE 30-60 MINUTOS.

PARA LA DIGESTIÓN SE SUBE LA TEMPERATURA EN 10 MINUTOS HASTA  $103^{\circ} - 105^{\circ}\text{C}$  Y SE MANTIENE ÉSTA DURANTE UNA HORA. EN LA MEDIA HORA SIGUIENTE SE SUBE PROGRESIVAMENTE LA TEMPERATURA HASTA ALCANZAR EL VALOR MÁXIMO ( $165^{\circ}\text{C}$  APROXIMADAMENTE) EL CUAL SE MANTIENE DURANTE UN TIEMPO DADO.

EL PH USADO ES 4.5 (APROX.) LA RELACIÓN LICOR: MADERA DE 5:1 Y COMO REACTIVO BISULFITO DE MAGNESIO.

SE OTIENEN ALTAS BLANCURAS DE PULPA SIN BLANQUEAR Y POCO RECHAZADO.

VENTAJAS DE LA ELIMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE: (5).

A). EL LICOR SE PUEDE PREPARAR A TEMPERATURA ELEVADA. (60 - 70°C).

B). PUEDE SER CALENTADO EL LICOR CON LOS GASES DE ALIVIO HASTA 90°C A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

C). EN LA DIGESTIÓN SE PUEDE ELEVAR LA TEMPERATURA MÁS RÁPIDAMENTE SIN PÉRDIDAS DE TIEMPO DEBIDO A QUE AL NO HABER DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE NO SE FORMAN ÁCIDOS SULFÚRICOS DE LA LIGNINA, QUE QUEMARÍAN LA MADERA AL ELEVAR RÁPIDAMENTE LA TEMPERATURA.

D). LOS FENOLES NO REACCIONAN DEBIDO AL ALTO PH.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO SEGÚN LA LITERATURA (5):

PH:	3.5 - 5.0
SO <sub>2</sub> COMBINADO: MADERA, %:	5.3 - 15
TEMPERATURA MÁXIMA DE DIGESTIÓN, °C:	166
TIEMPO TOTAL; HORAS:	3 $\frac{1}{2}$
IMPREGNACIÓN:	90°C, 1 HORA (Y TRATAMIENTO CON VAPOR)
BASE:	MAGNESIO

PROCESO ARBISO: (2) (3)

ESTE PROCESO EMPLEA COMO REACTIVOS BISULFITO DE SODIO, EN AUSENCIA DE DIÓXIDO DE AZUFRE LI

BRE (2). CON UNA REFINACIÓN APROPIADA SE PUEDE OBTENER UNA PULPA CLARA, DE MUY ELEVADA RESISTENCIA, CON UN CONTENIDO BAJO DE LIGNINA. PRESENTA COMO VENTAJA UNA GRAN FLEXIBILIDAD RESPECTO AL TIEMPO Y TEMPERATURA REQUERIDOS.

MEDIANTE DIGESTIONES DE LABORATORIO, HECHAS CON ESTE PROCESO, SE HAN ELABORADO PULPAS CUYAS RESISTENCIAS SON SIMILARES A LAS DE PULPA KRAFT. (2).

YA EN LA PRÁCTICA INDUSTRIAL SE HAN OBTENIDO A PARTIR DE MADERAS DURAS Y BLANDAS PULPAS DE BUENA CALIDAD Y ALTA RESISTENCIA.

LAS CARACTERÍSTICAS EXPUESTAS EN LA PATENTE CANADIENSE (3), CUANDO EMPLEA DICHO PROCESO PARA PULPA SEMIQUÍMICA, SON LAS SIGUIENTES:

PULPA:	CLARA, DE FUERTE RESISTENCIA Y ALTO RENDIMIENTO.
TIEMPO DE DIGESTIÓN HORAS:	2.7 - 7
BASE:	SODIO, POTASIO, AMONIO.
PH:	3 - 5

NO CONTIENE EXCESO DE DIOXIDO DE AZUFRE, SINO EL ESTEQUIOMÉTRICAMENTE NECESARIO PARA FORMAR EL BISULFITO.

DEBIDO A LA ALTA SOLUBILIDAD DEL BISULFITO DE SODIO SE PUEDE USAR PH NO MUY BAJO LO QUE PERMITE VARIARLO ENTRE AMPLIOS LÍMITES.

NORMALMENTE SE USAN LAS SIGUIENTES CONDICIONES: (2)

PH: 3.5 - 4.5

% DE  $\text{NAHCO}_3$ : 17 - 24 (SOBRE PESO DE MADERA SECA)

TEMPERATURA MÁXIMA,  $^{\circ}\text{C}$ : 165 (DURANTE 1  $\frac{1}{2}$  HORAS)

TIEMPO DE DIGESTIÓN, HORAS: 3 - 4

SE EMPLEA TRATAMIENTO CON VAPOR, A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y PENETRACIÓN DEL LICOR ANTES DE LA DIGESTIÓN.

### PROCESO NSSC: (13) (7)

EL PROCESO RECIBE SU NOMBRE POR EFECTUARSE EN MEDIO NEUTRO O CASI NEUTRO. USA COMO LICOR DE DIGESTIÓN UNA SOLUCIÓN DE SULFITO DE SODIO, CON ADICIÓN DE CARBONATO DE SODIO, PARA REGULAR EL PH.

LA RELACIÓN DE REACTIVOS EN EL LICOR ES DE 4 PARTES DE SULFITO DE SODIO POR UNA DE CARBONATO DE SODIO.

EMPLEA BISULFITO DE SODIO EN PROPORCIÓN TAL QUE AL SER EXPRESADA EN CARBONATO DE SODIO VA DEL 16 AL 18% SOBRE PESO DE MADERA SECA Y TEMPERATURAS DE  $160^{\circ}\text{C}$  -  $165^{\circ}\text{C}$ , POR UN TIEMPO DE 3 - 4.5 HORAS.

PARA LOGRAR UNA BUENA PENETRACIÓN DE LICOR, SE EMPLEAN LOS MÉTODOS USUALES DE INTRODUCCIÓN DE VAPOR DIRECTO EN LAS ASTILLAS, Y TRATAMIENTO CON LICOR A  $110^{\circ}\text{C}$  POR 60 MINUTOS, PREVIAMENTE A LA DIGESTIÓN.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

PH: 7 - 7.5

TEMPERATURA MÁ-  
XIMA, °C: 160 - 165

TIEMPO TOTAL,  
HORAS: 3 - 4.5

PRETRATAMIENTO  
CON LICOR: 110°C - 1 HR. Y  
(VAPOR A P. AT-  
MOSFÉRICA.)

LICOR: SULFITO: CARBO-  
NATO (DE SO-  
DIO) = 4 : 1

LA PULPA SEMIQUÍMICA QUE SE OBTIENE PRESEN-  
TA ALTA RESISTENCIA CUANDO SE BLANQUEA, Y ALTO  
NÚMERO DE PERMANGANATO (ALTO CONTENIDO DE LIGNI-  
NA RESIDUAL). ESTE PROCESO REQUIERE UNA DESFIBRA  
CIÓN MECÁNICA DE LA PULPA ELABORADA, DESPUÉS DE  
LA DIGESTIÓN.

### PROCESOS DE DOS FASES.

#### PROCESO STORAFLITE. (4) (9) (10) (15)

EL PROCESO STORA DESARROLLADO POR LA COMPA-  
ÑÍA STORA KOPPARBERG DE SUIZA, FUE EL PRIMER PRO-  
CESO DE 2 FASES. (4)

EN ESTE PROCESO, LA PRIMERA FASE ES UNA DI-  
GESTIÓN CON BISULFITO DE SODIO, SIN EXCESO DE  
DIOXIDO DE AZUFRE, O SEA, QUE LA DIGESTIÓN EMPIE-  
ZA BAJO CONDICIONES CASI NEUTRAS. DESPUÉS SE IN-  
YECTA DIOXIDO DE AZUFRE LÍQUIDO PARA TERMINAR LA  
DIGESTIÓN EN MEDIO ÁCIDO.

LA PULPA DE ESTE PROCESO, LLAMADA STORA 59,  
SE MEZCLÓ CON VARIAS CLASES DE PULPA DE FIBRA

CORTA Y LOS PAPELES OBTENIDOS TUVIERON FUERTE RESISTENCIA.

EN ESTE PROCESO SE ELIMINAN, SEGÚN LOS AUTORES, LAS REACCIONES DE CONDENSACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS PRESENTES, PRINCIPALMENTE EN PINOS. SE SUPONE QUE ESOS COMPUESTOS FORMABAN OTROS FENÓLICOS QUE INHIBÍAN LAS REACCIONES TENDIENTES A LA ELIMINACIÓN DE LIGNINA.

ES POR ELLO QUE MEDIANTE ESTE PROCESO, SE PUEDEN TRATAR PINOS AL IGUAL QUE MADERAS DURAS Y BLANDAS. (9)

### DIGESTIÓN: 1A. FASE (ALCALINA)

LA PRIMERA FASE TIENE POR OBJETO LOGRAR UNA BUENA PENETRACIÓN DE LAS ASTILLAS Y AL MISMO TIEMPO CIERTA SULFITACIÓN DE DIFERENTES COMPUESTOS.

LICOR: CONTIENE UN 60% DEL LICOR NEGRO DE LA PRIMERA FASE DE LA ANTERIOR DIGESTIÓN, BALANCEADO EL RESTO CON LA SOLUCIÓN FRESCA SULFITO BI SULFITO DE SODIO HASTA OBTENER UN PH ENTRE 5 - 8. NO SE TIENE EXCESO DE DIÓXIDO DE AZUFRE.

DESPUÉS DE LA PRIMERA FASE, PARTE DEL LICOR ES EXTRAÍDO DEL DIGESTOR HACIA UN TANQUE DE PRESIÓN PARA SER EMPLEADO EN LA DIGESTIÓN DE NUEVO MATERIAL.

### 2A. FASE (ÁCIDA)

SE INTRODUCE DIÓXIDO DE AZUFRE LÍQUIDO AL DIGESTOR A FIN DE LOGRAR LA ELIMINACIÓN DE LIGNINA BAJO CONDICIONES ÁCIDAS.

EL TÉRMINO DE LA DIGESTIÓN SE DETERMINA POR TITULACIÓN DEL LICOR. EL DIÓXIDO DE AZUFRE SOBREVIENTE ES DEVUELTO A LA PLANTA GENERADORA. EL



TIEMPO DE DIGESTIÓN ES DE 10 HORAS SIN CONTAR LAS OPERACIONES DE ALIVIO. (9)

LA LITERATURA MENCIONA QUE PARA MADERAS COMO ABETO DEL NORTE EN SUIZA, EL TIEMPO TOTAL DE LA DIGESTIÓN SE ACORTA A 7 HORAS (9).

EL BLANQUEO SE EFECTÚA EN 5 PASOS Y NO EMPLEA HIPOCLORITO DE SODIO, LO QUE DISMINUYE EL PELIGRO DE DEGRADACIÓN DE CELULOSA. LOS 5 PASOS SON: 1).- TRATAMIENTO CON CLORO. 2).- EXTRACCIÓN ALCALINA. 3).- TRATAMIENTO CON DIÓXIDO DE CLORO. 4).- EXTRACCIÓN ALCALINA. 5).- TRATAMIENTO CON DIÓXIDO DE CLORO.

CARACTERÍSTICAS DE LA PULPA: (9) (10)

- A).- ALTA OPACIDAD
- B).- SUAVIDAD
- C).- BAJO CONTENIDO DE RESINA

EL TIEMPO TOTAL DE LA DIGESTIÓN ES DE 14 HORAS.

LAS PRESIONES QUE SE USAN SON MUY SUPERIORES A LOS PROCESOS ANTES MENCIONADOS, DEBIDO AL USO DE DIÓXIDO DE AZUFRE LÍQUIDO EN LA FASE ÁCIDA.

PROCESO SIVOLA. (12) (11) (3) (6)

ESTE PROCESO DIFIERE DEL STORAFITE EN QUE LA PRIMERA FASE ES EN MEDIO ÁCIDO Y LA SEGUNDA FASE ES EN MEDIO ALCALINO.

LOS INVENTORES DE ESTE PROCESO QUISIERON OBTENER UNA PULPA CON ALTO CONTENIDO DE ALFA CELULOSA Y RESISTENCIA COMPARABLE O MAYOR A LA DE

PULPA AL SULFATO; TAN BLANCA COMO LA PULPA AL SULFITO NORMAL, BAJO CONTENIDO DE RESINAS Y FÁCILMENTE BLANQUEABLE.

ESTE PROCESO MENCIONA LA RECUPERACIÓN DE REACTIVOS Y LA POSIBILIDAD DE EMPLEAR TANTO MADERAS DURAS COMO BLANDAS.

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES:

1A. FASE (ÁCIDA):

BASE USADA EN EL LICOR BISULFÍTICO:	NA, K, ó NH <sub>4</sub>
CONTENIDO DE SO <sub>2</sub> : LIBRE	4.25 - 8.5%
COMBINADO	0.5 - 1.5%
TOTAL	5 - 10%
RELACIÓN LICOR: MADERA:	4.5 : 1
PH:	0.7 - 2.5 (A VECES PUEDE LLEGAR A 4).
PRESIÓN:	5 - 10 KG/CM <sup>2</sup>
PENETRACIÓN:	110°C (3 HORAS O MÁS)
TEMPERATURA DE DIGESTIÓN:	160 - 165°C (5- 6 HR. EN TOTAL)

2A. FASE (ALCALINA): COMPOSICIÓN DEL LICOR ALCALINO, PORCIENTO:

NaHCO <sub>3</sub>	10 - 60
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	60 - 25

Na<sub>2</sub>S 10 - 2

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 - 3

TIEMPO: 2.5 - 5 HORAS

TEMPERATURA MÁXIMA: 150° - 180°C (GENERAL-  
MENTE: 145 - 155°)

PH: 7 - 10.5

RELACIÓN LICOR/MADE  
RA: 3.5

ENTRE LAS DOS FASES ANTERIORES SE EFECTÚA LA INYECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ALCALINA A TEMPERATURA DE 120 - 135°C EMPLEANDO PARA ELLO UN TIEMPO DE MEDIA HORA; EL PH CAMBIA DE 2 (1ª. FASE) A 7 - 10.5 (2ª. FASE).

DURANTE ESTA INYECCIÓN SON NEUTRALIZADOS LOS ÁCIDOS LIGNO SULFÓNICOS FORMADOS EN LA PRIMERA FASE.

EL DIÓXIDO DE AZUFRE SOBRANTE REACCIONA CON EL ALCALI (CARBONATO Y BICARBONATO DE SODIO) FORMANDO SULFITO DE SODIO.

DESPUÉS DEL TIEMPO DE PENETRACIÓN, LA TEMPERATURA DEL LICOR ÁCIDO PARA LA DIGESTIÓN ES ELEVADA A RAZÓN DE 15°C/HORA.

LA TEMPERATURA DE LA INYECCIÓN ALCALINA PUEDE CAMBIAR DE 130°C A 180°C, SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES QUE SE LE QUIERAN DAR A LA PULPA: CONTENIDO DE ALFA CELULOSA Y OTRAS.

AL CAMBIAR DE LA PRIMERA A LA SEGUNDA FASE NO HAY REDUCCIÓN DE PRESIÓN O TEMPERATURA.

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES SEGÚN LA LITERATURA: (8)

- 1).- PUEDEN USARSE MADERAS DURAS O BLANDAS Y SE OBTIENEN PULPAS DE ALTA CALIDAD.
- 2).- PULPA FÁCILMENTE BLANQUEABLE.
- 3).- NO HAY PROBLEMAS DE OLOR.
- 4).- SU PRINCIPAL CARACTERÍSTICA ES QUE PRODUCE UNA PULPA CON RESISTENCIAS SIMILARES A LAS DE PULPA AL SULFATO Y CON SEMEJANTE FACILIDAD DE BLANQUEO A LA PULPA AL SULFITO.

LA MAYOR ELIMINACIÓN DE LIGNINA SE LLEVA A CABO EN LA PRIMERA FASE, QUE ES UNA VERDADERA OLIGOMERIZACIÓN BISULFÍTICA, A UN PH 4 Y CON ALTO CONTENIDO DE DIÓXIDO DE AZUFRE COMBINADO.

EL TIEMPO TOTAL DE LA DIGESTIÓN CON LAS 2 FASES Y LA INYECCIÓN ALCALINA INTERMEDIA ES DE 8 - 12 HORAS.

PROCESO WEYERHAEUSER: (21)

ESTE ES UNO DE LOS MÁS RECIENTES PROCESOS DE DOS FASES Y FUE DESARROLLADO POR LA COMPAÑÍA WEYERHAEUSER DE COSMOPOLIS, WASH.

LA BASE QUE EMPLEA ES MAGNESIO Y SON DOS LAS NUEVAS TÉCNICAS DESARROLLADAS AMBAS UTILIZANDO 2 FASES EN LA DIGESTIÓN, A SABER: PROCESO F.B. Y PROCESO OH.

EL PROCESO F.B. PRODUCE PULPAS ESPECIALMENTE ADECUADAS PARA LA FABRICACIÓN DE PAPELES EN LOS CUALES LA TRANSPARENCIA Y LA ALTA DENSIDAD SON FACTORES IMPORTANTES.

EL PROCESO OH, PRODUCE UNA PULPA TIPO ALFA, DE ALTA BLANCURA Y OPACIDAD.

EN EL PROCESO F.B. LA PRIMERA FASE ES UNA DIGESTIÓN BISULFÍTICA A PH DE 5.2 A 6.0, SEGUIDA DE UNA INYECCIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE PARA EFECTUAR LA SEGUNDA FASE EN MEDIO ÁCIDO.

PARA EFECTUAR LA SEGUNDA FASE TAMBIÉN SE PUEDE REEMPLAZAR EL LICOR DE LA PRIMERA FASE TOTAL O PARCIALMENTE POR UN NUEVO LICOR CON UN PH DE 1.8, EFECTUÁNDOSE LA DIGESTIÓN A TEMPERATURAS DE 135°C.

POR LO QUE SE REFIERE AL PROCESO OH: LA PRIMERA FASE SE EFECTÚA CON SOLUCIÓN DE BISULFITO CON UN PH DE 3.8 - 4 Y A UNA TEMPERATURA DE 166°C. EN LA SEGUNDA FASE EL LICOR ES NEUTRALIZADO CON HIDRÓXIDO DE MAGNESIO HASTA PH: 6 - 6.5 Y SE EMPLEAN TEMPERATURAS CERCANAS A 170°C.

EN LA TABLA NO. 1 SE HAN CONDENSADO LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADA PROCESO TOMADAS TODAS ELLAS DE LA LITERATURA MUNDIAL PUBLICADA EN LAS DIFERENTES REVISTAS Y FOLLETOS DEL RAMO.

III.- PROGRAMA DE TRABAJO A  
DESARROLLAR.

COMO SE ESTABLECIÓ ANTERIORMENTE, EL OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO ES LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS ELABORADAS A PARTIR DE UNA MISMA MATERIA PRIMA, Y MEDIANTE LOS PROCESOS AL SULFITO QUE EMPLEAN SOLO UNA FASE, ES DECIR: MAGNEFITE, ARSISO, NSSC Y NORMAL. EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO SE PROCEDIÓ, EN PRIMER TÉRMINO, A EFECTUAR LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA CORRESPONDIENTE SOBRE LOS PROCESOS ANTES MENCIONADOS, Y ASÍ PODER SELECCIONAR EN CADA UNO LAS CONDICIONES QUE APARENTEMENTE PRESENTAN LOS MEJORES RESULTADOS, EN TÉRMINOS DE CALIDAD DE PULPA.

UNA VEZ ESTABLECIDAS LAS MEJORES CONDICIONES PARA CADA CASO, SE HIZO UNA PLANEACIÓN DE EXPERIMENTOS, RELATIVA AL TRABAJO A DESARROLLAR A FIN DE DETERMINAR, DENTRO DE LOS LÍMITES ENCONTRADOS EN LA BIBLIOGRAFÍA, LOS VALORES ADECUADOS PARA LAS DOS ESPECIES DE MADERA SELECCIONADAS Y SE PROCEDIÓ DE LA MANERA SIGUIENTE:

SE HICIERON DIGESTIONES MANTENIENDO CONSTANTES UN DETERMINADO NÚMERO DE VARIABLES Y CAMBIANDO OTRAS, PARA ASÍ PODER EFECTUAR UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES EXPERIENCIAS.

LAS DIGESTIONES POR HACER QUEDARON DE LA SIGUIENTE FORMA:

UN PRIMER EXPERIMENTO QUE CONSTÓ DE OCHO DIGESTIONES, UNA PARA CADA PROCESO Y MATERIA

COMO SE ESTABLECIÓ ANTERIORMENTE, EL OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO ES LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS ELABORADAS A PARTIR DE UNA MISMA MATERIA PRIMA, Y MEDIANTE LOS PROCESOS AL SULFITO QUE EMPLEAN SOLO UNA FASE, ES DECIR: MAGNETITE, ARBISO, NSSO Y NORMAL. EN EL DESARROLLO DEL ESTUDIO SE PROCEDIÓ, EN PRIMER TÉRMINO, A EFECTUAR LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA CORRESPONDIENTE SOBRE LOS PROCESOS ANTES MENCIONADOS, Y ASÍ PODER SELECCIONAR EN CADA UNO LAS CONDICIONES QUE APARENTEMENTE PRESENTAN LOS MEJORES RESULTADOS, EN TÉRMINOS DE CALIDAD DE PULPA.

UNA VEZ ESTABLECIDAS LAS MEJORES CONDICIONES PARA CADA CASO, SE HIZO UNA PLANEACIÓN DE EXPERIMENTOS, RELATIVA AL TRABAJO A DESARROLLAR A FIN DE DETERMINAR, DENTRO DE LOS LÍMITES ENCONTRADOS EN LA BIBLIOGRAFÍA, LOS VALORES ADECUADOS PARA LAS DOS ESPECIES DE MADERA SELECCIONADAS Y SE PROCEDIÓ DE LA MANERA SIGUIENTE:

SE HICIERON DIGESTIONES MANTENIENDO CONSTANTES UN DETERMINADO NÚMERO DE VARIABLES Y CAMBIANDO OTRAS, PARA ASÍ PODER EFECTUAR UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES EXPERIENCIAS.

LAS DIGESTIONES POR HACER QUEDARON DE LA SIGUIENTE FORMA:

UN PRIMER EXPERIMENTO QUE CONSTÓ DE OCHO DIGESTIONES, UNA PARA CADA PROCESO Y MATERIA

NO

R

77

86

70

78

100

100

62

77

115

74

107

108

64

50

83

96



PRIMA EN LAS CUALES SE TUVIERON COMO CONSTANTES.

RELACIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE:  
MADERA SECA: 16 : 100

TEMPERATURA MÁXIMA: 155°C

RELACIÓN LÍQUIDO:SÓLIDO 6 : 1

PARA EL PROCESO AL SULFITO NORMAL, SE EMPLEÓ EL VALOR DE 33% INDICADO EN LA LITERATURA PARA LA RELACIÓN DIÓXIDO DE AZUFRE:MADERA SECA, AÚN CUANDO ES BASTANTE MAS ALTO QUE EL DE LOS DEMÁS PROCESOS. POR OTRA PARTE SE VARIARON EL TIEMPO Y EL PH, DENTRO DE LOS LÍMITES MENCIONADOS EN LA LITERATURA.

DENTRO DE LOS LÍMITES ANTERIORES Y CON BASE EN EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN DIVERSAS PUBLICACIONES TÉCNICAS, SE SELECCIONARON TENTATIVAMENTE LOS VALORES SIGUIENTES PARA LAS DIGESTIONES MENCIONADAS:

### TIEMPO ( H R )

PROCESO	PH	ELEVACIÓN	A MAX. TEMP.	TOTAL
ARBISO	4.5	1 ½	2 ¼	3 ¾
MAGNEFITE	3.6	1 ½	2	3 ½
NSSC	7.0	1 ½	4	5 ½
NORMAL	1.4-1.5	2	2 ½	4 ½

DE ACUERDO CON LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS SE HIZO UN SEGUNDO EXPERIMENTO, EFECTUÁNDOSE IGUALMENTE OCHO DIGESTIONES, PARA LAS CUALES SE VARIÓ EL TIEMPO TOTAL DE DIGESTIÓN, YA SEA DISMINUYÉNDOLO O AUMENTÁNDOLO, CON OBJETO DE QUE EL RENDIMIENTO OBTENIDO FUERA DIFERENTE AL DE LAS DIGESTIONES DEL PRIMER EXPERIMENTO.

### MATERIAL Y EQUIPOS EMPLEADOS.

SE UTILIZARON DOS ESPECIES DISTINTAS DE MADERAS NACIONALES: OYAMEL (MADERA BLANDA) Y ENCINO (MADERA DURA).

A FIN DE EFECTUAR LAS DIFERENTES EXPERIENCIAS A IGUALES CONDICIONES, FUE NECESARIO PREPARAR LA MATERIA PRIMA; PARA ELLO SE PASARON LAS RAJAS TABLAS DE LAS ESPECIES DESCORTEZADAS POR UN ASTILLADOR DE CUATRO CUCHILLAS, A 1700 R.R.M. Y LAS ASTILLAS SE CLASIFICARON EN UN TAMIZ VIBRATORIO INCLINADO, CON MALLAS DE 38 MM Y 9.5 MM.

LOS REACTIVOS USADOS EN LA DIGESTIÓN FUERON CARBONATO DE MAGNESIO INDUSTRIAL, Y DIÓXIDO DE AZUFRE GASEOSO. PARA EL PROCESO NSSC SE USÓ CARBONATO DE SODIO, YA QUE EL SULFITO DE MAGNESIO FORMADO AL HACER EL LICOR DE DIGESTIÓN ES INSOLUBLE AL PH 7 QUE USA ESTE PROCESO.

EL REACTOR UTILIZADO PARA LLEVAR A CABO LAS DIGESTIONES FUE ROTATIVO, DE ACERO INOXIDABLE, CON CAPACIDAD DE 22 LITROS, UNA FRECUENCIA DE ROTACIÓN DE 2 REVOLUCIONES/MINUTO, CALENTAMIENTO DIRECTO E INDIRECTO POR MEDIO DE VAPOR, Y CON MEDIDORES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.

LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE LAS DIGESTIONES MENCIONADAS SE DESINTEGRARON EN UN AGITADOR DE ALTA VELOCIDAD, MARCA WEBERCK, CON CAPACIDAD DE 10 LITROS Y SE TAMIZARON EN UN TAMIZ HORIZON

TAL VIBRATORIO CON PANURAS DE 2 MM.

PARA PULPAS SEMIQUÍMICAS SE USÓ UN MOLINO SPROUT WALDRON DE LABORATORIO, DE 30 CM ACONDICIONADO CON DISCOS FRICCIONANTES (# 17809) Y UN MOTOR DE 7.5 CABALLOS Y 1000 R.P.M.

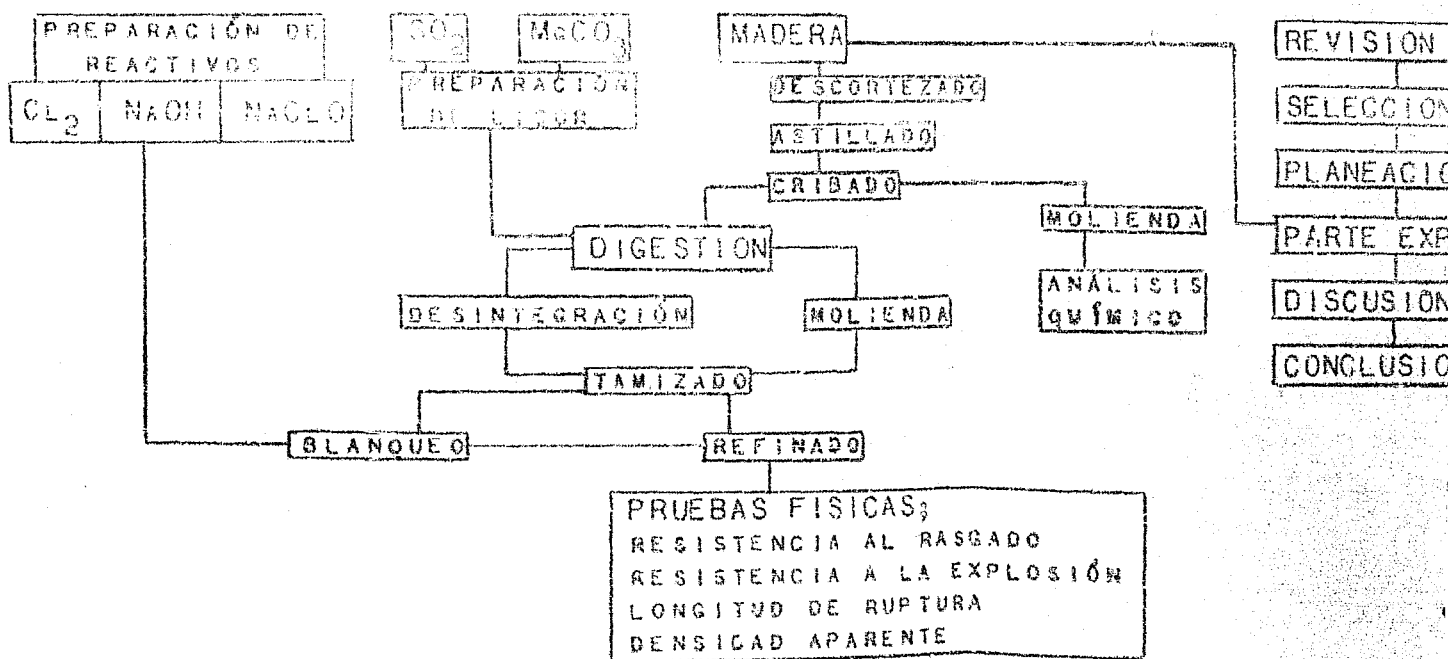
LA PULPA ACEPTADA SE REFINÓ EN PILA HOLANDESA DE LABORATORIO, CON CAPACIDAD DE 22 LITROS, SIGUIENDO EL MÉTODO ESTÁNDAR ACONSEJADO POR LA TAPPI.

UNA VEZ REFINADAS LAS PULPAS Y PREPARADAS LAS HOJAS RESPECTIVAS, SE PROCEDIÓ A LA MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE LAS PULPAS MEDIANTE LAS PRUEBAS FÍSICAS ACONSEJADAS POR LA TAPPI.

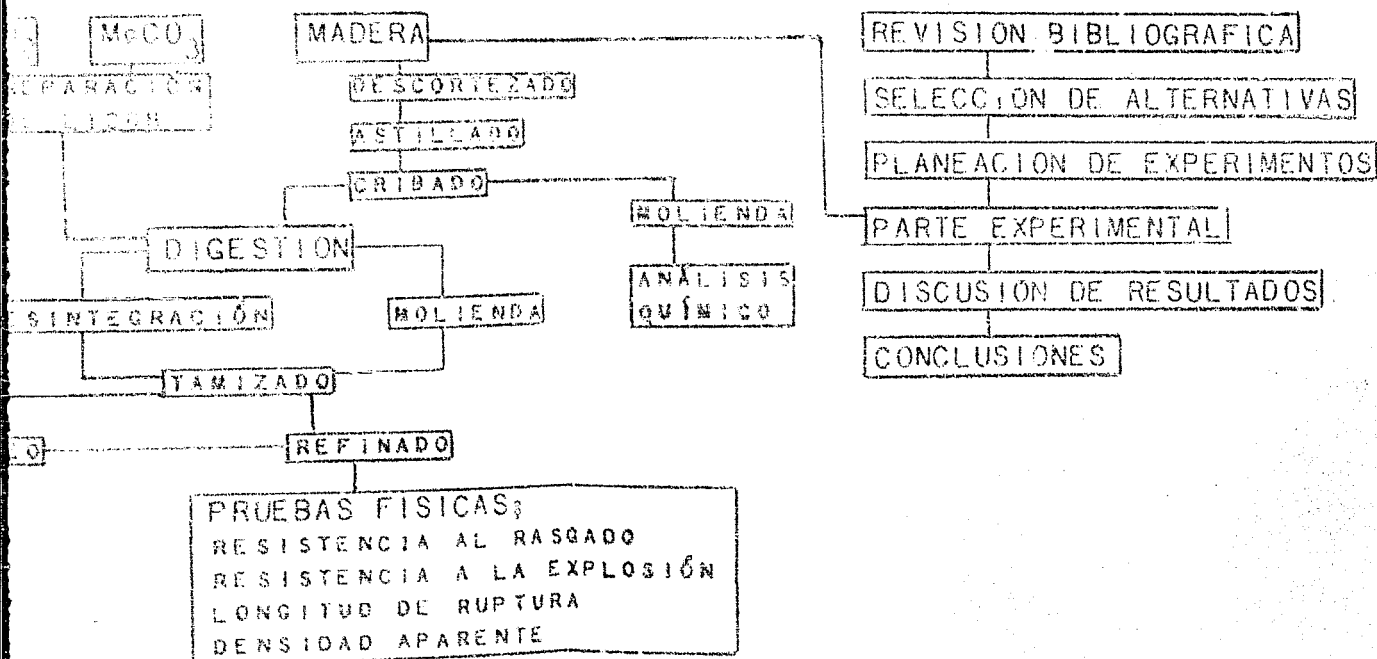
LA PULPA RESTANTE DEL BATIDO SE BLANQUEÓ USANDO PARA ELLO SOLUCIONES DE CLORO E HIPOCLO-RITO DE SODIO COMO AGENTES BLANQUEADORES. LAS PULPAS BLANQUEADAS SE REFINARON Y SE DETERMINARON SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS COMO EN EL CASO DE PULPAS SIN BLANQUEAR.

POR COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PULPAS ELABORADAS Y DE LAS VARIABLES DE LOS PROCESOS SE TIENE UNA INDICACIÓN DE LA INFLUENCIA QUE PRESENTA CADA PROCESO EN LA ELABORACIÓN DE PULPA PARA PAPEL.

CUADRO REPRESENTATIVO DEL TRABAJO DESARROLLADO



REPRESENTATIVO DEL TRABAJO DE SARROLLADO



IV.- ELABORACION DE PULPAS AL SULFITO MEDIANTE LOS PROCESOS SELECCIONADOS Y MEDICION DE CARACTERISTICAS DE LAS PULPAS. (EN DOS MUESTRAS DE MADERAS NACIONALES: OYAMEL Y ENCINO.)

LA MADERA, QUE SE RECIBIÓ EN FORMA DE TRONCOS DE APROXIMADAMENTE 60-80 CM DE LONGITUD, SE PREPARÓ DE LA SIGUIENTE FORMA; EN PRIMER LUGAR SE LE SEPARÓ LA CORTEZA PARA ELIMINAR ESTA PARTE NO UTILIZABLE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PULPA PARA PAPEL; ENSEGUIDA SE LLEVARON LOS TRONCOS AL ASTILLADOR, CUYAS ESPECIFICACIONES SE DIERON EN EL CAPÍTULO ANTERIOR, Y LAS ASTILLAS OBTENIDAS SE PASARON POR UN TAMIZ VIBRATORIO INCLINADO Y ACONDICIONADO CON DOS MALLAS, LA SUPERIOR DE 38 MM Y LA INFERIOR DE 9.5 MM. LA FRACCIÓN ACEPTADA ENTRE ESTAS MALLAS SE EMPLEÓ EN LA EXPERIMENTACIÓN.

CON EL OBJETO DE TENER UN MEJOR CONOCIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA QUE SE UTILIZÓ SE HICIERON ALGUNAS PRUEBAS MICROSCÓPICAS Y MACROSCÓPICAS A LAS DOS MADERAS; Y UN ANÁLISIS QUÍMICO, SIGUIENDO LOS MÉTODOS ACONSEJADOS POR LA TAPPI, QUE SE ENLISTAN AL FINAL DEL PRESENTE CAPÍTULO.

PARA ESTOS ANÁLISIS FUE NECESARIO MOLER LA MADERA PARA OBTENER LA FRACCIÓN DE 40 X 60 (CRIBAS U.S.), SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL MÉTODO USADO Y LA MOLIENDA SE LLEVÓ A CABO EN UN MOLINO MARCA WILLEY DE LABORATORIO. CADA ANÁLISIS SE HIZO POR TRIPLICADO.

#### PROCESO DE DIGESTIÓN:

LA DIGESTIÓN DE LA MADERA CONSISTE EN UN TRATAMIENTO DE LAS ASTILLAS A TEMPERATURA Y PRE-

SIÓN DETERMINADAS, CON DIFERENTES REACTIVOS, QUE EN EL CASO DEL PROCESO AL SULFITO SON, CARBONATOS O HIDRÓXIDOS DE SODIO, CALCIO, MAGNESIO Y AMONIO PRINCIPALMENTE, LOS CUALES SE HACEN REACCIONAR CON ANHÍDRIDO SULFUROSO, FORMANDO MEZCLAS DE SULFITOS, BISULFITOS Y DIÓXIDO DE AZUFRE LIBRE, CUYA PROPORCIÓN VARÍA SEGÚN EL PH DEL MEDIO.

EN LA PREPARACIÓN DEL LICOR DE DIGESTIÓN (SULFITOS - BISULFITOS) SE EMPLEÓ CARBONATO DE MAGNESIO INDUSTRIAL PARA TODOS LOS PROCESOS, A EXCEPCIÓN HECHA DEL PROCESO NSSC, EN EL CUAL SE EMPLEÓ CARBONATO DE SODIO. A PESAR DE QUE LA LITERATURA RECOMIENDA LA BASE SODIO PARA EL PROCESO ÁRBISO, SE CONSIDERÓ QUE EXISTÍA Poca DIFERENCIA ENTRE ÉSTE Y EL MAGNESIO, EN CUANTO A SU EFECTO, Y SIENDO EL SULFITO DE MAGNESIO SOLUBLE A PH 4,5, SE USÓ ESTE ÚLTIMO, PARA PODER COMPARAR MEJOR LOS PROCESOS ENTRE SI.

#### PREPARACIÓN DEL LICOR:

PARA CADA DIGESTIÓN SE SIGUIÓ EL MISMO PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN DEL LICOR.

EL CARBONATO DE MAGNESIO SE AGREGÓ EN EXCESO DENTRO DE UN RECIPIENTE QUE CONTENÍA 20 LITROS DE AGUA Y SE BURBUJEO DIÓXIDO DE AZUFRE GASEOSO A TRAVÉS DE LA MEZCLA, AGITANDO DE VEZ EN CUANDO PARA HOMOGENEIZAR EL LICOR. SE REGULÓ EL PH; LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO TOTAL SE DETERMINÓ POR MEDIO DE TITULACIONES CON SOLUCIÓN VALORADA DE YODO (,1N) EN PRESENCIA DE ALMIDÓN COMO INDICADOR.

#### CONCENTRACIÓN DE SO<sub>2</sub> EN EL LICOR:

RELACIÓN SO<sub>2</sub>: MADERA: 16%



RELACIÓN LICOR: MADERA: 6 : 1

BASE: 3,000 G DE MADERA SECA

DIÓXIDO DE AZUFRE : 480 G EN 18 L

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE: 26.6 G/L

LA HUMEDAD DE LA MADERA SE OBTUVO POR DIFERENCIA EN PESO, SECANDO LA MADERA EN LA ESTUFA HASTA PESO CONSTANTE A 110°C.

HUMEDAD DEL ENCINO: 9.25%

HUMEDAD DEL OYAMEL: 6.0 %

### DIGESTIÓN:

SE EFECTUARON LAS DIGESTIONES PROGRAMADAS (16 EN TOTAL) SEGÚN LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS ANTERIORMENTE. SIN EMBARGO, HAY QUE HACER NOTAR, QUE PARA EL PROCESO AL SULFITO NORMAL SE HIZO UNA PRIMERA DIGESTIÓN CON LAS CONDICIONES QUE RECOMENDABA LA LITERATURA (PAG. 36), PERO DE BIDO A QUE SE OBTUVO UNA PULPA COMPLETAMENTE "QUEMADA" SE DISMINUYÓ EL TIEMPO DE DIGESTIÓN COMO SE OBSERVA EN LA TABLA No. 2.

PARA LLEVAR A CABO LAS DIGESTIONES SE PESARON 3 KG DE MADERA SECA INTRODUCIÉNDOLOS EN EL DIGESTOR, Y VERTIENDO DESPUÉS EL LICOR PREPARADO (18 L). SE TAPÓ EL DIGESTOR Y SE INTRODUJO EL VAPOR EN LA CHAQUETA, REGULANDO LA TEMPERATURA MEDIANTE LA CANTIDAD DE VAPOR ADMITIDO.

LOS VALORES SE LLEVARON A UNA GRÁFICA DE TEMPERATURA Y PRESIÓN CONTRA TIEMPO, PARA TENER DE ESTA MANERA UN CONOCIMIENTO MÁS EXACTO DE LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE LLEVÓ A CABO LA DIGESTIÓN.

### LICOR RESIDUAL:

AL TERMINAR LA DIGESTIÓN SE DETERMINÓ EL PH FINAL DEL LICOR, Y EL PORCIENTO DE DIÓXIDO DE AZUFRE RESIDUAL BASE MADERA, DE LA MISMA FORMA QUE EL DIÓXIDO DE AZUFRE EN EL LICOR BLANCO (ANTES DE LA DIGESTIÓN) PARA OBTENER EL PORCIENTO DE DIÓXIDO DE AZUFRE CONSUMIDO DURANTE LA REACCIÓN.

$$\%SO_2 \text{ (LICOR BLANCO)} - \%SO_2 \text{ RESIDUAL} = \%SO_2 \text{ CONSUMIDO.}$$

### DESINTEGRACIÓN Y MOLIENDA:

DESPUÉS DE LA DIGESTIÓN SE LAVARON LAS ASTILLAS Y SE DESINTEGRARON EN UN AGITADOR DE ALTA VELOCIDAD (WEBERCK); EL TIEMPO DE DESINTEGRACIÓN VARIÓ SEGÚN LA DUREZA DE LAS ASTILLAS.

EN LOS CASOS EN QUE LAS ASTILLAS RESULTANTES DE LA DIGESTIÓN FUERON DEMASIADO DURAS (PULPA SEMIQUÍMICA), Y NO SE LOGRÓ DESINTEGRARLAS EN EL AGITADOR, SE LLEVARON AL MOLINO DE DISCOS (SPROUT WALDRON) Y SE PASARON POR ÉL, LAS VECES QUE FUE NECESARIO (2 Ó 3) VARIANDO LA SEPARACIÓN DE LOS DISCOS DE .50 A .13 MILÍMETROS.

### TAMIZADO Y RENDIMIENTO DE PULPA:

YA SEA DESINTEGRADA O MOLIDA, LA PULPA SE PASÓ POSTERIORMENTE AL TAMIZ, (CAP. III), OBTENIENDO A TRAVÉS DE ÉL, LA PULPA ACEPTADA (LIBRE DE ASTILLAS) Y QUEDANDO RETENIDA EN EL MISMO, LA PULPA RECHAZADA.

CUANDO ESTOS RECHAZOS FUERON DEMASIADO ALTOS (MÁS DEL 8 - 9%), SE VOLVIERON A DESINTEGRAR O A MOLER SEGÚN EL CASO, Y A TAMIZAR NUEVAMENTE, HASTA OBTENER UN RECHAZADO MENOR.

EL RENDIMIENTO DE PULPA ACEPTADA SE OBTUVO AFORÁNDOLA CON AGUA A 200 L. SE AGITÓ DURANTE 10 MINUTOS PARA HOMOGENEIZARLA, AL CABO DE LOS CUALES SE TOMARON DOS MUESTRAS DE 1 LITRO CON LAS QUE SE HICIERON SENDAS HOJAS. LAS DOS HOJAS SE SECARON A LA ESTUFA Y SE PESARON. SU PESO SE RELACIONÓ AL VOLUMEN TOTAL PARA CALCULAR LA PULPA SECA, EN GRAMOS.

EL RECHAZADO SE SECÓ A LA ESTUFA Y SE PESÓ.

EL RENDIMIENTO TOTAL DE PULPA ES LA SUMA DE RECHAZADO Y ACEPTADO.

DE LA PULPA ACEPTADA SE SEPARARON 360 G SECOS PARA REFINADO Y PRUEBAS FÍSICAS (DE PULPAS SIN BLANQUEAR); EL RESTO SE SOMETIÓ AL BLANQUEO.

### BLANQUEO:

ESTE SE HIZO USANDO CLORO DISUELTO EN AGUA A UNA CONSISTENCIA DE PULPA DE 3%, EN PESO, EN UNO O MÁS PASOS SEGÚN LO NECESITÓ CADA PULPA. (TABLA NO. 3).

DESPUÉS DE CADA PASO DE CLORACIÓN SE HIZO UNA EXTRACCIÓN ALCALINA, CON SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO (1 G DE HIDRÓXIDO DE SODIO POR 100 G DE PULPA SECA), CON OBJETO DE SOLUBILIZAR LAS CLOROLIGNINAS FORMADAS EN LA CLORACIÓN. ADEMÁS SE HIZO UN LAVADO ENTRE CADA PASO.

COMO ÚLTIMO PASO, SE HIZO UN BLANQUEO CON HIPOCLORITO DE SODIO (DE 5 A 1.5% DE CLORO ACTIVO POR 100 G DE PULPA SECA).

EL BLANQUEO SE HIZO EN VARIOS PASOS PARA EVITAR UN ATAQUE EXCESIVO DEL CLORO HACIA LA CÉLULOSA PARA CONSERVAR LA CANTIDAD NECESARIA DE

COLORO SE HICIERON PARA CADA PASO PRUEBAS TENTATIVAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES, TANTO PARA LAS CLORACIONES COMO PARA LOS BLANQUEOS CON HIPOCLORITO DE SODIO.

EL CLORO CONSUMIDO EN CADA PASO SE OBTUVO POR DIFERENCIA ENTRE EL CLORO AGREGADO Y EL CLORO RESIDUAL, DETERMINANDO ÉSTE CON EXCESO DE SOLUCIÓN DE IODURO DE POTASIO Y TITULANDO EL IODO DESPRENDIDO CON SOLUCIÓN DE TIOSULFATO DE SODIO.

### REFINADO Y PRUEBAS FÍSICAS.

EL REFINADO, LAS HOJAS DE PAPEL Y LAS PRUEBAS FÍSICAS PARA PULPAS BLANQUEADAS Y SIN BLANQUEAR, SE HICIERON SIGUIENDO LOS MÉTODOS ESTÁNDAR RECOMENDADOS POR LA TAPPI.

A CADA PULPA SE LE DIERON DE 4 A 6 TIEMPOS DIFERENTES DE REFINADO, SE HICIERON 12 HOJAS DE PAPEL PARA CADA TIEMPO, DE LAS CUALES SE ESCOGIERON LAS 8 MEJORES, Y SE LES DETERMINARON LONGITUD DE RUPTURA, (16 PRUEBAS) RESISTENCIA AL RASGADO (4 PRUEBAS), Y A LA EXPLOSIÓN (MULLEN) (16 PRUEBAS), PARA CADA TIEMPO. SE DETERMINÓ TAMBIÉN LA DENSIDAD APARENTE, PARA CADA TIEMPO DE REFINADO.

SE OBTUVIERON PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS ANTERIORES Y SE GRAFICÓ PARA CADA PULPA FACILIDAD DE DRENADO CONTRA RESISTENCIAS. PUEDEN OBSERVARSE LAS CURVAS OBTENIDAS, EN LAS GRÁFICAS 9 A 40.

### BLANCURA:

A LAS PULPAS BLANQUEADAS SE LES DETERMINÓ LA BLANCURA COMO PORCIENTO DE TRANSMITANCIA, EN UN ESPECTROFOTÓMETRO BECKMAN DU, CON FILTRO AZUL.

Y LONGITUD DE ONDA 4.57 M . (TABLA No. 3).

DIAMETRO Y LONGITUD DE FIBRA.

PARA ESTAS DETERMINACIONES SE UTILIZÓ PULPA SIN BLANQUEAR:

DIÁMETRO: DE CADA MATERIA PRIMA SE HICIERON 10 PREPARACIONES EN PEQUEÑOS OBJETOS, FIJÁNDOLAS CON CALOR. SE CALIBRÓ EL OCULAR POR MEDIO DE UN MICRÓMETRO Y SE HICIERON CINCO LECTURAS DE CADA UNA DE LAS PREPARACIONES. DEL PROMEDIO DE LAS 50 DETERMINACIONES SE CALCULÓ EL DIÁMETRO.

LONGITUD: PARA ESTA PRUEBA SE ACOPLÓ AL MICROSCOPIO UNA PANTALLA PARA PROYECTAR LAS FIBRAS Y HACER LA MEDICIÓN MÁS FÁCILMENTE. EN ESTE CASO EN PARTICULAR, LAS MEDICIONES DE CADA FIBRA SE EFECTUARON EMPLEANDO UN CURVÍMETRO. LA PANTALLA Y EL CURVÍMETRO SE CALIBRARON MEDIANTE UN MICRÓMETRO. SE HICIERON 50 LECTURAS Y SE DIÓ COMO RESULTADO EL PROMEDIO DE ÉSTAS.

LOS METODOS EMPLEADOS EN LA PRESENTE EXPERIMENTACION FUERON:

ANÁLISIS QUÍMICO:

SOLUBLES EN HIDRÓXIDO DE SODIO AL 1%	T-4M-59(+)
CELULOSA	(24)
LIGNINA LIBRE DE EXTRAC- TABLES	(25)
SOLUBLES EN AGUA CALIENTE	T-1M-59

PRUEBAS FÍSICAS:

FACILIDAD DE DRENADO	T-227-m-58
FORMACIÓN DE HOJAS	T-205-m-58
ACONDICIONAMIENTO DE HOJAS	T-402-m-49
PESO BASE	T-410-m-45
DENSIDAD APARENTE	T-411-m-44
LONGITUD DE RUPTURA	T-404-m-50
RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN	T-403-m-53
RESISTENCIA AL RASGADO	T-414-m-49

PRUEBAS ÓPTICAS:

BLANCURA T-452-m-58

PRUEBAS MICROSCÓPICAS:

DIÁMETRO DE FIBRA MÉTODOS EMPÍRICOS DESARROLLADOS POR EL I. M. I. T.,

LONGITUD DE FIBRA

PRUEBAS MACROSCÓPICAS:

DENSIDAD (26)

(‡) LA "T" SE REFIERE A MÉTODOS TAPPI.

V. - RESULTADOS.

A).- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EMPLEADAS.

LAS ESPECIES NACIONALES EMPLEADAS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN FUERON RECOLECTADAS E IDENTIFICADAS POR LOS LABORATORIOS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES SE ENLISTAN A CONTINUACIÓN:

OYAMEL.

NOMBRE TÉCNICO: ABIES RELIGIOSA.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS:

DENSIDAD: 556.2 Kg/m<sup>3</sup>  
ANILLOS DE CRECIMIENTO: 49

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

LONG. DE LA FIBRA 3.83 MM  
DIÁMETRO DE LA FIBRA 45.2 MICRAS

ANÁLISIS QUÍMICO:

SOLUBLE EN SODA AL 1% 10.6 %  
CELULOSA 53.2 %  
LIGNINA (LIBRE DE EXTRAÍBLES). 29.5 %



SOLUBLES EN AGUA CALIENTE

2.0 %

ENCINO:

NOMBRE TÉCNICO:

QUERCUS RUGOSA

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS:

DENSIDAD:

1027.1 Kg/m<sup>3</sup>

ANILLOS DE CRECIMIENTO

24

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

LONGITUD DE LA FIBRA:

1.70 MM

DIÁMETRO DE LA FIBRA:

15.7 MICRAS

ANÁLISIS QUÍMICO:

SOLUBLES EN SOSA AL 1%

21.3 %

CELULOSA

46.7 %

LIGNINA (LIBRE DE EXTRAÍBLES).

25.7 %

SOLUBLES EN AGUA CALIENTE

6.9 %

COMO SE PUEDE OBSERVAR DE LOS ANTERIORES DATOS, EL OYAMEL PRESENTA MENOR DENSIDAD QUE EL ENCINO. LA LONGITUD DE LA FIBRA ES MAYOR EN LA MADERA DE OYAMEL QUE EN LA DE ENCINO; ASIMISMO, ÉSTE PRESENTA MENOR CONTENIDO DE CELULOSA Y LIGERAMENTE MENOR CONTENIDO DE LIGNINA, PERO EN CAMBIO TIENE MAYOR CONTENIDO DE LAS FRACCIONES SOLUBLES EN SOSA AL 1% Y EN AGUA CALIENTE.

## b).-- DIGESTION.

EN LA TABLA II SE ENCUENTRAN LAS CONDICIONES Y RESULTADOS DE LAS DIGESTIONES EFECTUADAS CON LOS DIFERENTES PROCESOS; EN ELLA SE PUEDE OBSERVAR QUE EL CONSUMO DE DIÓXIDO DE AZUFRE ESTÁ ÍNTIMAMENTE LIGADO CON LAS CONDICIONES DEL PROCESO. ASÍ EN LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO AL SULFITO NORMAL, SE OBSERVA UN MAYOR CONSUMO DE DIÓXIDO DEBIDO QUIZÁ A LAS RELATIVAMENTE ALTAS CONCENTRACIONES DE REACTIVO EMPLEADO PARA LA DIGESTIÓN; EN CAMBIO SE OBSERVA QUE EN EL PROCESO NEUTRO SEMIQUÍMICO SE OBTUVIERON LOS CONSUMOS MÁS BAJOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE, A PESAR DE HABERSE EMPLEADO IGUAL PROPORCIÓN (BASE MADERA) PARA LA DIGESTIÓN QUE EN LOS CASOS DE LOS PROCESOS MAGNEFITE Y ARBISO. ESTE MENOR CONSUMO PUEDE SER DEBIDO A LAS CONDICIONES DE PH EMPLEADAS EN EL PROCESO MENCIONADO (PH:7).

CON RESPECTO A LOS TIEMPOS DE DIGESTIÓN EMPLEADOS, SE PUEDE OBSERVAR QUE ESTÁN LIGADOS (AL IGUAL QUE EL CONSUMO DE DIÓXIDO Y EL RENDIMIENTO) A LAS CONDICIONES DE DIGESTIÓN QUE SE EMPLEAN, CORRESPONDIENDO GENERALMENTE MAYOR CONSUMO DE DIÓXIDO DE AZUFRE, MENOR RENDIMIENTO Y MENOR TIEMPO, A AQUEL PROCESO QUE EMPLEE CONDICIONES QUE ACELEREN LAS REACCIONES. TALES CONDICIONES PUEDEN SER: ALTAS CONCENTRACIONES DE REACTIVOS, VALORES BAJOS DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO Y TEMPERATURAS ELEVADAS.

## c).-- BLANQUEO:

LAS OPERACIONES DE BLANQUEO EFECTUADAS SOBRE LAS DIFERENTES PULPAS ELABORADAS DIERON COMO RESULTADOS LOS DATOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA TABLA III, QUE INCLUYE EL PORCENTAJE DE CLORO CONSUMIDO SOBRE PESO DE PULPA SECA, LA BLANCURA ALCANZADA (EN UNIDADES G.E.) Y LA RELACIÓN EN-

TRE ESTOS DOS VALORES A LA CUAL SE LE HA DENOMINADO FACTOR "F". ESTE FACTOR DA LAS UNIDADES DE BLANQUERA OBTENIDAS POR CADA UNIDAD (EN PORCIENTO SOBRE PESO DE PULPA) DE CLORO CONSUMIDO POR LA PULPA. A VALORES ALTOS DE FACTOR "F" CORRESPONDEN ALTOS VALORES DE BLANQUERA Y BAJOS CONSUMOS DE CLORO EN EL BLANQUEO DE LA PULPA.

EN LA TABLA MENCIONADA SE PUEDE OBSERVAR QUE PARA LA MADERA DE OYAMEL LOS VALORES MÁS ALTOS DE FACTOR "F" CORRESPONDEN A LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO AL SULFITO NORMAL Y LOS VALORES MÁS BAJOS A LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO NSSC, ENCONTRÁNDOSE INTERMEDIOS LOS VALORES DE "F" PARA LAS PULPAS ELABORADAS MEDIANTE LOS PROCESOS ARBISO Y MAGNEFITE (A EXCEPCIÓN DE LA DIGESTIÓN # 17). EN CAMBIO PARA LAS PULPAS DE ENCINO, LOS VALORES DE "F" SON MÁS O MENOS SIMILARES PARA LAS PULPAS ELABORADAS MEDIANTE LOS PROCESOS ARBISO, MAGNEFITE Y NORMAL, Y AL IGUAL QUE EN EL CASO DEL OYAMEL ESTOS VALORES SON BAJOS PARA LA PULPA ELABORADA MEDIANTE EL PROCESO NSSC.

#### D).- RESISTENCIAS DE LAS PULPAS ELABORADAS:

LA EVALUACIÓN, EN TÉRMINOS DE RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PULPAS SIN BLANQUEAR Y BLANQUEADAS, SE EFECTUÓ SIGUIENDO LOS MÉTODOS ESTÁNDAR. SE DETERMINARON LA LONGITUD DE RUPTURA ASÍ COMO LAS RESISTENCIAS A LA EXPLOSIÓN Y AL RASGADO. LOS VALORES PROMEDIO ENCONTRADOS SE GRAFICARON EN RELACIÓN CON LOS VALORES DE FACILIDAD DE DRENADO AL CUAL SE TOMARON LAS DIFERENTES MUESTRAS. LAS GRÁFICAS ASÍ FORMADAS SE ENCUENTRAN EN EL APÉNDICE Y CORRESPONDEN A LOS NÚMEROS 9 A 24 PARA LAS PULPAS SIN BLANQUEAR Y 25 A 40 PARA LAS PULPAS BLANQUEADAS.

EN DICHAS GRÁFICAS SE OBSERVA QUE EN GENE-

RAL AL DISMINUIR LA FACILIDAD DE DRENADO DE LAS PULPAS, LOS VALORES DE LONGITUD DE RUPTURA Y RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN AUMENTAN HASTA ALCANZAR UN VALOR MÁXIMO (CERCANO A 300 ML); EN CAMBIO LAS RESISTENCIAS AL RASGADO PRESENTAN VALORES DESCENDENTES AL DISMINUIR LA FACILIDAD DE DRENADO DE LA PULPA.

A FIN DE PODER EFECTUAR UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES PULPAS SE TOMARON DE LAS MENCIONADAS GRÁFICAS LOS VALORES DE LONGITUD DE RUPTURA A UNA FACILIDAD DE DRENADO DE 300 Y 450 ML ASÍ COMO LOS VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIAS QUE PRESENTA CADA UNA DE LAS PULPAS. ESTOS VALORES SE PRESENTAN EN LA TABLA IV.

EN DICHA TABLA SE OBSERVA QUE EN GENERAL EL OYAMEL PRESENTA MÁS ALTOS VALORES DE RESISTENCIAS (TANTO EN PULPA SIN BLANQUEAR COMO BLANQUEADA) QUE LAS PULPAS DE ENCINO. ASIMISMO, SE OBSERVA QUE AL SER BLANQUEADA LA PULPA DE OYAMEL SUS RESISTENCIAS DISMINUYERON, EN CAMBIO LA PULPA DE ENCINO AL SER BLANQUEADA PRESENTÓ MAYORES VALORES DE RESISTENCIA QUE LAS PULPAS CORRESPONDIENTES SIN BLANQUEAR.

POR LO QUE SE REFIERE A UNA COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES PROCESOS, EN TÉRMINOS DE LAS RESISTENCIAS DE LAS PULPAS ELABORADAS, SE PUEDE OBSERVAR QUE SE OBTUVIERON LAS MÁXIMAS RESISTENCIAS EN PULPAS SIN BLANQUEAR PARA LAS DOS MADERAS CUANDO SE EMPLEÓ EL PROCESO ARBISO Y EN ORDEN DESCENDENTE DE RESISTENCIAS LAS ELABORADAS MEDIANTE LOS PROCESOS MAGNEFITE NORMAL Y NSSC. ES DE HACERSE NOTAR QUE LAS PULPAS ELABORADAS MEDIANTE EL PROCESO NSSC SON SEMI-QUÍMICAS DE ALTO RENDIMIENTO Y POR CONSIGUIENTE LAS PULPAS SIN BLANQUEAR PRESENTAN BAJAS RESISTENCIAS.

PARA EL CASO DEL ENCINO Y DESPUÉS DE BLAN-

QUEADAS, LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO NSSC, PRESENTAN LOS MAYORES VALORES DE RESISTENCIAS, SEGUIDAS EN ORDEN DECRECIENTE DE LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE LOS PROCESOS ÁRBISO Y MAGNEFITE, LOS CUALES DIERON RESISTENCIAS MUY PARECIDAS Y POR ÚLTIMO LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO NORMAL, PRESENTARON LAS MÁS BAJAS RESISTENCIAS.

EN CAMBIO, LAS PULPAS BLANQUEADAS DE OYAMEL, OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO ÁRBISO, FUERON LAS QUE PRESENTARON MAYORES RESISTENCIAS, SEGUIDAS EN ORDEN DECRECIENTE DE LAS OBTENIDAS MEDIANTE LOS PROCESOS MAGNEFITE (PEQUEÑA DIFERENCIA), NORMAL Y NSSC (TABLA NO. IV).

EN LA TABLA V, SE PRESENTA UN RESUMEN DE RESULTADOS, PUDIÉNDOSE APRECIAR EL PORCIENTO DE RENDIMIENTO DE PULPA, LA LONGITUD DE RUPTURA, A UN VALOR DE 300 ML DE FACILIDAD DE DRENADO, EL PORCIENTO DE CLORO CONSUMIDO EN EL BLANQUEO, Y EL FACTOR "F" (BLANQUEO /  $\frac{1}{2}$  DE CLORO CONSUMIDO), PARA LAS DIFERENTES PULPAS. TOMANDO COMO BASE ESTA TABLA, SE EFECTUARON DIFERENTES GRÁFICAS EN LAS QUE SE RELACIONÓ EL PORCIENTO DE RENDIMIENTO ACEPTADO Y PORCIENTO DE CLORO CONSUMIDO (GRÁFICA 41); EL PORCIENTO DE RENDIMIENTO ACEPTADO Y EL FACTOR "F" (GRÁFICA 42); Y POR ÚLTIMO EL PORCIENTO DE RENDIMIENTO ACEPTADO Y LA RESISTENCIA A LA TENSION (GRÁFICA 43).

LA GRÁFICA 41, NOS MUESTRA QUE A MAYOR RENDIMIENTO DE PULPA ACEPTADA, CORRESPONDE UN AUMENTO EN EL CONSUMO DE CLORO EN EL BLANQUEO, PARA AMBAS MADERAS; ASIMISMO SE OBSERVA EN ESTA GRÁFICA QUE EXISTE APARENTEMENTE UN CONSUMO SEMEJANTE DE CLORO PARA RENDIMIENTOS DE PULPA DE 50% A 57%.

PARA RENDIMIENTOS DE 50%, EL CONSUMO DE

CLORO PARA LAS DOS MATERIAS PRIMAS ES EL MISMO; A MAYORES RENDIMIENTOS DE PULPA, EL ENCINO CONSUME MENOR PORCENTAJE DE CLORO QUE EL OYAMEL, Y PARA MENORES RENDIMIENTOS EL ENCINO CONSUME MAYOR CANTIDAD DE CLORO EN EL BLANQUEO (GRÁFICA 41).

EN LA GRÁFICA 42, SE VE CLARAMENTE LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE EL RENDIMIENTO DE PULPA (EN PORCIENTO SOBRE PESO DE MADERA SECA) Y EL FACTOR "F" (BLANQUEO % DE CLORO CONSUMIDO EN EL BLANQUEO); CORRESPONDIENDO LOS MAYORES VALORES DE "F", A LOS RENDIMIENTOS DE PULPA MÁS BAJOS.

SEGÚN SE ILUSTRÁ EN LA GRÁFICA 43, SE ENCONTRÓ UNA RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO DE PULPA, Y LONGITUD DE RUPTURA EN KM, NOTÁNDOSE UN AUMENTO EN LA LONG. DE RUPTURA AL AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE PULPA, HASTA UN 55 - 57%.

SIN EMBARGO, PARA RENDIMIENTOS DE PULPA DE MÁS DE 65%, SE OBSERVA UNA DISMINUCIÓN EN LA LONGITUD DE RUPTURA, POR LO QUE SE PUEDE DECIR QUE PARA LAS PULPAS ESTUDIADAS EXISTE, APARENTEMENTE, UN PUNTO DE MÁXIMA RESISTENCIA ENTRE RENDIMIENTOS 55% A 65%.

PARA PULPAS BLANQUEADAS DE OYAMEL, SE OBTUVO UNA ZONA EN VEZ DE UNA LÍNEA DEFINIDA DEBIDO QUIZÁ A LAS DIFERENCIAS EN EL PORCIENTO DE CLORO CONSUMIDO EN EL BLANQUEO, PUDIENDO HABER SIDO LIGERAMENTE ATACADA LA CELULOSA POR EL CLORO, EN MAYOR PROPORCIÓN EN UNOS CASOS QUE EN OTROS.

PARA PULPAS BLANQUEADAS Y SIN BLANQUEAR, LA INFLUENCIA DEL POTENCIAL HIDRÓGENO EN LA LONGITUD DE RUPTURA SE PUEDE OBSERVAR EN LA GRÁFICA 44, EN LA CUAL SE TOMA COMO BASE UN RENDIMIENTO TOTAL DE PULPA (PORCIENTO SOBRE MADERA) DE 50% A 55%, Y UNA FACILIDAD DE DRENADO (CANADIAN STAN-

DARD) DE 300 ML. PARA EL CASO DEL ENCINO, EN PULPAS BLANQUEADAS Y SIN BLANQUEAR, SE OBTUVO UNA MAYOR RESISTENCIA A PH 4.5 (PROCESO ARBISO). PARA PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL, LA MÁXIMA LONGITUD DE RUPTURA SE OBTUVO TAMBIÉN A PH 4.5. SIN EMBARGO, LA PULPA BLANQUEADA ELABORADA A PARTIR DE ESTA MADERA ALCANZÓ UNA MAYOR LONGITUD DE RUPTURA A PH 3.6 (PROCESO MAGNEFITE).

SE OBSERVÓ ADEMÁS EN ESTA MISMA GRÁFICA, QUE LA PULPA BLANQUEADA ELABORADA A PARTIR DE ENCINO (EN CONTRAPOSICIÓN CON LAS DEMÁS PULPAS), OBTUVO SU MÁXIMA RESISTENCIA A PH 7 Y UN RENDIMIENTO DE PULPA DE 70%, A PESAR DE QUE A ESTE RENDIMIENTO LA PULPA REQUIRIÓ UN FUERTE DESFI-  
BRAMIENTO MECÁNICO.

TABLA - 1 (B).

RESUMEN BIBLIOGRAFICO DE LAS CARACTERISTICAS DE PR

PROCESO	SIVOLA				STORAFITE		F.B.
FASE	1A. (ÁCIDA)	(INYECCIÓN)	2A. (ALCALINA)	1A. (ALCALINA)	2A. (ÁCIDA)	(BISULF)	
REFERENCIA	(12) (11)	(8) (6)		(4) (9) (10)	(15)		
PH	0.7-2.5	- - -	7-10.5	5-8	0.5-2	5.2	
TEMP. MÁX. (°C).	160-165	(130 - 180)	150 - 180			150	
TIEMPO NR.	5-6	.5	2.5 - 5	DIGESTIÓN: TOTAL:	10 HRS. 14 HRS.		
BASE (REACTIVO)	NA ( $\text{NAHSO}_3$ )	- - -	$\text{NA}_2\text{CO}_3$ $\text{NAHCO}_3$	$\text{NA}_2\text{SO}_3$ $\text{NAHSO}_3$	$\text{NAHSO}_3$ + $\text{SO}_2$ (L)	$\text{MeHSO}_3$	
PULPA ELABORADA	QUÍMICA FÁCIL DE BLANQUEAR RESISTENTE COMO KRAFT.			QUÍMICA - SUAVE - OPACA MUY LIMPIA.		PARA TRANS SIDAD	
OBSERVACIONES.	LICOR: { 1A. FASE: 4.5 MADERA { 2A. FASE: 3.5 PRESIÓN: 5-10 KG/CM <sup>2</sup> COMPOSICIÓN LICOR ALCALINO: $\text{NAHCO}_3$ : 10-60% $\text{NA}_2\text{CO}_3$ : 60-25% $\text{NA}_2\text{S}$ : 10-2 % $\text{NA}_2\text{SO}_4$ : 10-3 %			BUENA RECUPERACIÓN DE REACTIVOS. NO USA $\text{NACLO}$ EN BLANQUEO. PRESIONES MUY SUPE RIORES A LOS DEMÁS PROCESOS.		INYEC LÍQUI FASE RECUP REACT SENC FLEX EL PH	



TABLA - 1 (B).

DE LAS CARACTERISTICAS DE PROCESOS DE DOS FASES

STORAFITE		WEYERHAEUSER			
		F.B.		OH	
1A. (ALCALINA)	2A. (ÁCIDA)	1A. (BISULFÍTICA)	2A. (ÁCIDA)	1A. (BISULFÍTICA)	2A. (ALCALINA)
(4)	(9) (10) (15)	(21)		(21) (27)	
5-8	0.5-2	5.2-6.0	1.8	3.8-4	6.0-6.5
		150	135	166	170
DIGESTIÓN: TOTAL:	10 HRS. 14 HRS.				
$Na_2SO_3$ $NaHSO_3$	$NaHSO_3$ $+SO_2(L)$	$MgHSO_3$	$MgHSO_3$ $+SO_2(L)$	$MgHSO_3$	$MgHSO_3$ $+Mg(OH)_2$
QUÍMICA - SUAVE - OPACA MUY LIMPIA.		PARA PAPELES DE ALTA TRANSPARENCIA Y DEN- SIDAD.		TIPO ALFA, ALTA BLAN- CURA Y OPACIDAD.	
BUENA RECUPERACIÓN DE REACTIVOS, NO USA $NaClO$ EN BLANQUEO. PRESIONES MUY SUPE- RIORES A LOS DEMÁS PROCESOS.		INYECCIÓN DE $SO_2$ LÍQUIDO PARA LA FASE 2A. RECUPERACIÓN DE REACTIVOS, MUY SENCILLA. Poca FLEXIBILIDAD EN EL F.H.		INYECCIÓN DE $Mg(OH)_2$ PARA LA 2A. FASE. RECUPERACIÓN MUY SENCIL- LA.	

TABLA 11

## CONDICIONES Y RESULTADOS DE LAS DIGESTIONES

MATERIA PRIMA	PROCESO-DIGESTION	PH		TIEMPO (HR)	
		INICIAL	FINAL	ELEVACIÓN	A MÁXIMA TEMPERATURA
ENCINO	MAGNEFITE -33 -I*	3.6	2.8	1.5	2.0
	MAGNEFITE -74 -II*	3.6	3.2	1.0	1.5
	ARBISO -31 -I	4.5	3.0	1.5	2.25
	ARBISO -86 -II	4.5	3.0	1.0	2.0
	NSSC -54 -I	7.0	6.4	1.5	4.0
	NSSC -81 -II	7.0	6.4	1.0	5.0
	NORMAL -65 -I	1.5	1.5	2.0	0.33
	NORMAL -67 -II	1.5	1.6	0.75	0.33
OYAMEL	MAGNEFITE -50 -I	3.6	2.9	1.5	2.0
	MAGNEFITE -75 -II	3.6	3.0	1.0	1.5
	ARBISO -17 -I	4.5	3.0	1.5	2.25
	ARBISO -72 -II	4.5	3.3	1.0	2.0
	NSSC -51 -I	7.5	7.2	1.5	4.0
	NSSC -83 -II	7.0	6.8	1.0	5.0
	NORMAL -26 -I	1.5	1.4	2.0	0.33
	NORMAL -70 -II	1.5	1.4	0.75	0.33

CONSTANTES: BIÓXIDO DE AZUFRE INICIAL: MADERA: 16% (PARA SULFITO NORMAL, 33%)

MÁXIMA TEMPERATURA: 155°C

LICOR: MADERA: 6 : 1

TABLA II

Y RESULTADOS DE LAS DIGESTIONES EFECTUADAS:

NORMAL	TIEMPO (HR)			% SO <sub>2</sub> CONSUMIDO	% RENDIMIENTO	
	ELEVACIÓN	A MÁXIMA TEMPERATURA	TOTAL		ACEPTADO	TOTAL
1.8	1.5	2.0	3.5	10.9	43.8	49.9
1.2	1.0	1.5	2.5	6.5	50.4	55.5
1.0	1.5	2.25	3.75	9.1	48.6	51.5
1.0	1.0	2.0	3.0	8.4	47.6	54.8
1.4	1.5	4.0	5.5	7.8	67.7	71.9
1.4	1.0	5.0	6.0	5.5	64.0	68.3
1.5	2.0	0.33	2.33	13.0	47.0	49.2
1.6	0.75	0.33	1.08	12.6	50.2	53.4
1.9	1.5	2.0	3.5	10.6	51.9	53.0
1.0	1.0	1.5	2.5	8.7	52.6	55.4
1.0	1.5	2.25	3.75	8.0	65.0	70.0
1.3	1.0	2.0	3.0	10.1	55.8	56.8
1.2	1.5	4.0	5.5	6.8	68.6	74.1
1.8	1.0	5.0	6.0	6.0	70.7	73.0
1.4	2.0	0.33	2.33	17.7	46.5	47.4
1.4	0.75	0.33	1.08	15.2	48.0	49.0

16% (PARA SULFITO NORMAL, 33%)

\* I: 1ER EXPERIMENTO.

\* II: 2o EXPERIMENTO

TABLA III

RESULTADOS DEL BLANQUEO DE LAS DIFERENTES

MATERIA PRIMA	PROCESO	DIGESTION (No.)	% CL <sub>2</sub> CONSUMIDO <sup>‡</sup>			BLANQUEO
			CL <sub>2</sub>	PASOS	NACLO TOTAL	
ENCINO	MAGNEFITE	33	9.2	2	0.70	9.9
	MAGNEFITE	74	13.0	2	0.45	13.4
	ARBISO	31	9.1	2	0.50	9.6
	ARBISO	86	14.7	2	0.96	15.3
	NSSC	54	20.8	4	0.98	21.7
	NSSC	81	26.0	3	0.47	20.4
	NORMAL	65	10.7	2	0.47	11.3
	NORMAL	67	12.9	2	0.94	13.8
OYAMEL	MAGNEFITE	50	14.6	2	0.67	15.2
	MAGNEFITE	75	14.8	2	0.95	15.7
	ARBISO	17	30.3	4	0.69	30.9
	ARBISO	72	13.9	2	0.95	14.9
	NSSC	51	37.6	5	0.96	38.6
	NSSC	83	41.3	4	0.95	42.2
	NORMAL	26	6.8	1	0.70	7.5
	NORMAL	70	10.6	2	0.90	11.4

‡ BASE PULPA SECA.

TABLA III

RESULTADOS DEL BLANQUEO DE LAS DIFERENTES PULPAS

ION	% CL <sub>2</sub> CONSUMIDO			FACTOR "F"		
	CL <sub>2</sub>	PASOS	NaClO TOTAL	BLANCURA (G.E.)	BLANCURA/CL <sub>2</sub> CONSUMIDO	
	9.2	2	0.70	9.0	81.7	8.2
	13.0	2	0.45	13.4	83.5	6.2
	9.1	2	0.50	9.6	80.4	8.4
	14.7	2	0.96	15.3	85.1	5.6
	20.8	4	0.98	21.7	72.6	3.3
	26.0	3	0.47	20.4	82.6	4.0
	10.7	2	0.47	11.3	82.2	6.0
	12.9	2	0.94	13.8	83.0	6.0
	14.6	2	0.67	15.2	78.0	5.1
	14.8	2	0.95	15.7	78.6	5.0
	30.3	4	0.69	30.9	75.5	2.4
	13.9	2	0.95	14.9	81.2	5.5
	37.6	5	0.96	38.6	77.3	2.0
	41.3	4	0.95	42.2	81.0	1.9
	6.8	1	0.70	7.5	79.6	10.5
	10.6	2	0.90	11.4	81.8	7.1

TABLA IV.

## RESISTENCIAS DE LAS PULPAS ELABORADAS

MAT. PRIMA PROCESO-DIGESTIÓN			PULPAS SIN BLANQUEAR						VALOR MÁX.	
			FRENSS CANADIAN STANDARD (ML) 450			300				
			T	M	R	T	M	R	T	M
ENCINO	MAGNEFITE	33 - I	4.6	18	50	5.7	23	48	6.0	25
	MAGNEFITE	74 - II	4.8	17	65	5.9	26	64	6.1	35
	ARBISO	31 - I	5.1	21	58	6.2	26	58	6.6	31
	ARBISO	86 - II	4.6	20	60	5.8	29	63	6.6	35
	NSSC	54 - I	3.6	13	58	4.6	19	63	5.2	22
	NSSC	81 - II	4.5	19	63	5.8	27	67	6.1	30
	NORMAL	65 - I	4.4	17	43	5.4	23	43	6.1	25
NORMAL	67 - II	4.8	18	43	5.3	23	46	5.4	24	
OYAMEL	MAGNEFITE	50 - I	11.5	65	59	11.8	68	52	12.2	75
	MAGNEFITE	75 - II	10.5	61	50	11.2	64	50	12.0	64
	ARBISO	17 - I	7.9	39	47	8.6	42	45	8.6	43
	ARBISO	72 - II	11.9	63	53	12.3	67	50	12.3	67
	NSSC	51 - I	6.6	32	60	7.9	36	50	8.4	39
	NSSC	83 - II	8.2	36	46	8.9	38	44	9.5	38
	NORMAL	26 - I	11.5	64	77	11.5	64	68	11.6	75
NORMAL	70 - II	10.8	63	65	11.4	68	59	11.7	70	

T: LONGITUD DE RUPTURA EN CM.

M: RESISTENCIA A LA EXPLOSIÓN

R: RESISTENCIA AL RASGADO

I: 1.º EXPERIMENTO

II: 2.º EXPERIMENTO

TABLA IV.

STENCIAS DE LAS PULPAS ELABORADAS

BLANQUEAR			PULPAS BLANQUEADAS											
CANADIAN STANDARD (ML) 300			VALOR MÁXIMO			FRENESS CANADIAN STANDARD 450 (ML) 300						VALOR MÁXIMO		
T	M	R	T	M	R	T	M	R	T	M	R	T	M	R
5.7	23	48	6.0	25	50	5.2	24	77	6	31	70	6.6	31.5	77
5.9	26	64	6.1	25	67	5.5	28	85	6.5	36	83	7.3	42	86
6.2	26	58	6.6	31	59	5.4	27	68	6.4	34	80	7.3	35	70
5.8	29	63	6.6	35	63	5.3	26	77	6.3	32	70	7.0	36	78
4.6	19	63	5.2	22	64				6.9	41	93	8.7	54	100
5.8	27	67	6.1	30	67	5.7	31	97	7.3	43	87	8.5	54	100
5.4	23	43	6.1	25	44	4.5	21	62	5.4	25	57	5.8	25	62
5.3	23	46	5.4	24	48	4.7	22	76	5.5	28	70	6.1	35	77
11.8	68	52	12.2	75	85	10.7	68	70	11.1	74	65	11.1	75	115
11.2	64	50	12.0	64	70	9.3	57	68	9.8	63	62	10.3	63	74
8.6	42	45	8.6	43	92	8.2	49	65	8.9	54	58	9.3	55	107
12.3	67	50	12.3	67	60	10.2	61	56	10.7	65	58	11.8	68	108
7.9	36	50	8.4	39	88	8.6	44	60	9.8	51	3	9.8	54	64
8.9	38	44	9.5	38	80	7.7	36	47	8.6	44	40	8.6	45	50
11.5	64	65	11.6	75	95	9.6	55	70	11.0	59	68	11	66	83
11.4	68	59	11.7	70	80	9.7	51	58	10.1	54	62	10.1	55	96

TABLA V  
RESUMEN DE RESULTADOS

MAT. PRIMA	PROCESO-DIGESTIÓN	RENDIMIENTO (ACEPTADO) (%)	LONG. DE R (FRENESS SIN BLANQUEA	
ENCINO	MAGNEFITE	33	43.8	5.7
	MAGNEFITE	74	50.4	5.9
	ARBISO	31	48.6	6.2
	ARBISO	86	47.6	5.8
	NSSC	54	67.7	4.6
	NSSC	81	64.0	5.8
	NORMAL	65	47.0	5.4
	NORMAL	67	50.2	5.3
OYAMEL	MAGNEFITE	50	51.9	11.8
	MAGNEFITE	75	52.6	11.2
	ARBISO	17	65.0	8.6
	ARBISO	72	55.8	12.3
	NSSC	51	68.6	7.9
	NSSCC	83	70.7	8.9
	NORMAL	26	46.5	11.5
	NORMAL	70	48.0	11.4

\* BASE PULPA SECA.



TABLA V

RESUMEN DE RESULTADOS

PUNTO (DO)	LONG. DE RUPTURA (KM) (FRENESS: 300 ML)		% CL <sub>2</sub> CONSUMIDO† TOTAL	FACTOR "F" BLANQUERA/% CL <sub>2</sub> CONSUMIDO
	SIN BLANQUEAR	BLANQUEADA		
	5.7	6	9.9	8.2
	5.9	6.5	13.4	6.2
	6.2	6.4	9.6	8.4
	5.8	6.3	15.3	5.6
	4.6	6.9	21.7	3.3
	5.8	7.3	20.4	4.0
	5.4	5.5	11.3	7.3
	5.3	5.5	13.8	6.0
	11.8	11.15	15.2	5.1
	11.2	9.9	15.7	5.0
	8.6	9.0	30.9	2.4
	12.3	10.8	14.9	5.5
	7.9	9.8	38.6	2.0
	8.9	8.6	42.2	1.9
	11.5	11.0	7.5	10.5
	11.4	10.1	11.4	7.1

VI.- CONCLUSIONES.

DE LAS EXPERIENCIAS EFECTUADAS, EN TÉRMINOS DE COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS Y EN LAS QUE SE EMPLEARON LAS CONDICIONES DADAS POR LA LITERATURA, SE PUEDE DECIR QUE:

10.) PARA PULPAS SIN BLANQUEAR, CUANDO SE USA ENCINO U OYAMEL, LAS PULPAS RESULTANTES MEDIANTE EL PROCESO ÁRBISO, PRESENTAN LAS MEJORES RESISTENCIAS, SEGUIDAS EN ORDEN DECRECIENTE, DE LAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO MAGNEFITE, NORMAL Y NSSC. ES NECESARIO ACLARAR QUE ESTE ÚLTIMO PROCESO DA ALTOS RENDIMIENTOS POR LO QUE LAS PULPAS SIN BLANQUEAR SON TOTALMENTE SEMIQUÍMICAS, Y POR CONSIGUIENTE DE BAJA RESISTENCIA (DIGESTIONES 33, 31, 65 Y 54 PARA ENCINO Y 50, 72, 26 Y 51 PARA OYAMEL) (TABLA - III).

20.) PARA PULPAS BLANQUEADAS LAS QUE PRESENTARON MAYOR RESISTENCIA EN EL CASO DEL ENCINO, FUERON OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO NSSC, SEGUIDAS DEL ÁRBISO, MAGNEFITE Y NORMAL. EN CAMBIO PARA EL OYAMEL LAS PULPAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO ÁRBISO, FUERON LAS QUE PRESENTARON MAYORES RESISTENCIAS, SEGUIDAS DE LAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESO MAGNEFITE (PEQUEÑA DIFERENCIA ENTRE AMBAS), NORMAL Y NSSC.

30.) RESPECTO A RENDIMIENTOS, EN AMBOS CASOS DE MATERIA PRIMA, SE OBTUVIERON SIEMPRE MAYORES RENDIMIENTOS EN EL CASO DEL PROCESO NSSC, BAJOS CUANDO SE EMPLEA EL PROCESO NORMAL, E INTERMEDIOS CON LOS PROCESOS ÁRBISO Y MAGNEFITE. (TABLA - II).

40.) POR LO QUE RESPECTA A CONSUMO DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS, SE OBTUVIERON LOS MEJORES CONSUMOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE MEDIANTE EL PROCESO NSSC, CORRESPONDIENDO LOS MAYORES AL PROCESO AL SULFITO NORMAL, E INTERMEDIOS LOS PROCESOS MAGNEFITE Y ARBISO. (TABLA - 11).

EN CUANTO A CONSUMO DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS EN EL BLANQUEO, ÉSTE ESTÁ RELACIONADO AL RENDIMIENTO DE PULPA, SIENDO DIRECTAMENTE PROPORCIONAL EL CONSUMO DE AGENTES BLANQUEADORES, AL RENDIMIENTO DE PULPA OBTENIDA (GRÁFICA 41).

50.) INDEPENDIEMENTE DE LOS PROCESOS EMPLEADOS, SE OBSERVÓ QUE:

A). A MAYOR RENDIMIENTO, CORRESPONDE UN AUMENTO EN CONSUMO DE CLORO PARA AMBAS MATERIAS PRIMAS (GRÁFICA 41).

B). APARENTEMENTE HAY UN CONSUMO DE CLORO SEMEJANTE ENTRE RENDIMIENTOS DE 52 A 57%. PARA RENDIMIENTOS DEL 50%, EL CONSUMO DE CLORO PARA AMBAS MATERIAS PRIMAS ES EL MISMO. A RENDIMIENTOS MAYORES, EL ENCINO CONSUME MENOS CLORO QUE EL OYAMEL, Y PARA MENORES RENDIMIENTOS EL ENCINO CONSUME MÁS CLORO. (GRÁFICA 41).

C). EL OYAMEL TUVO SIEMPRE MAYORES RESISTENCIAS QUE EL ENCINO.

D). AL BLANQUEAR LAS PULPAS, EL OYAMEL BAJA SUS RESISTENCIAS, Y EL ENCINO LAS AUMENTA (GRÁFICAS 43 Y 44).

E). HAY UNA RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y RESISTENCIAS, Y EXISTE APARENTEMENTE UN PUNTO DE MÁXIMAS RESISTENCIAS PARA TODAS LAS PULPAS, ENTRE RENDIMIENTOS DE 55% A 65%.

BIBLIOGRAFIA.

- 8.- ANON.- TWO STAGE COOK AND RECOVERY  
PULP & PAPER INTERN. 1, No. 8: 32 - 3  
(AGOSTO, 1959).
- 9.- LAGERGREN S., Y LINDEN B. SOME RECENT  
DEVELOPMENTS IN SULPHITE PULP MAKING. PULP  
& PAPER MAG. CAN. 60 No. 11: T 338-41;  
T 345 (Nov. 1959).
- 10.- EVANS J. C.W.- A NEW SULPHITE PULPING  
PROCESS AND A NEW PULP.  
PAPER TRADE JOURNAL, PAG. 42 - 8.  
(SEPT. 7 - 1959).
- 11.- THE C - E SIVOLA PROCESS FOR PULPING AND  
CHEMICAL CONVERSION.  
PUBLICACIÓN DE LA COMBUSTION ENGINEERING  
INC.
- 12.- SIVOLA G. PROCESS OF MANUFACTURING  
PULP FROM CELLULOSIC FIBROUS MATERIALS.  
PATENTE AMERICANA 2701,763.
- 13.- MARSHALL E. F. Y NOLAN W. J.  
NSSC (A KINETIC STUDY OF THE REACTIONS)  
TAPPI 39, No. 11 (Nov. 1956).
- 14.- GRAND J. MODERN METHODS OF CELLULOSE  
PULP PRODUCTION AND THEIR IMPLICATIONS.  
THE WORLD'S PAPER TRADE REVIEW.  
(Dic. 21, 1961) No. 25.
- 15.- COLLIN P. EFTING K. Y JOHNSON  
PATENTE AMERICANA 2,885,317.
- 16.- TOMLINSON G.H.- THE MAGNETITE PROCESS.  
A NEW PULPING METHOD.  
BOLETIN BR-699 DE LA BABCOCK & WILCOX  
COMPANY (NUEVA YORK).  
TOMADO DEL PULP AND PAPER MAG. OF CAN.

(1958).

- 18.- INGRUBER, C.V.- PH CONTROL IN SULPHITE PULPING (SOME EFFECTS ON PULP QUALITY). PULP & PAPER MAG. CAN. (SEPT. 1957). PAG. 161 - 69).
- 19.- KALISCH J.H. Y BEAZLEY W. SULPHITE AND KRAFT PULPING STUDIES WITH A NEW DIGESTER SAMPLER. PULP & PAPER MAG. CAN. (SEPT. 60) - (T - 452 - 64).
- 20.- INGRUBER O.V.- PH CONTROL IN SULPHITE PULPING. (THE EFFECT OF P.H. LEVEL IN COOKING RATE). PULP & PAPER MAG. OF CAN. (NOV. 1959). T 346 - 52.
- 21.- EVANS JOHN C.W.  
WHERE IS SULPHITE PULP?  
PAPERTRADE JOURNAL. (ABRIL 16, 1962).  
PAG. 36.
- 22.- HARTNER NILS; LENNART STOCKMAN Y OVE SUNDBERG.  
EFFECT OF PH IN SULPHITE PULPING.  
SVENSK PAPPERSTIDNING - ARG. 64 - 31.  
ENERO, 1961. PAG. 33.
- 23.- HALL L.Y STOCKMAN L. SVENSK PAPPERSTIDNING 61 (1958) - P. 871.
- 24.- KURSCHNER K.  
THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF LIGNIN.  
TAPPI 41, No. 9, 168A - 73A (1958).
- 25.- JEROME F. TECHNIQUES FOR THE DETERMINATION OF PULP CONSTITUENTS BY QUANTITATIVE PAPER CHROMATOGRAPHY. TAPPI 37, No. 8, PAG. 338-40 (1954).

- 26.- BROWN H. P.  
TEXT. BOOK OF WOOD TECHNOLOGY  
VOL. I, PAG. 49 - 63.  
MCGRAW HILL BOOK CO. INC.  
NUEVA YORK, TORONTO, LONDRES.  
1949.
- 27.- BLACKERBY L. H.  
FAST BEATING AND HIGH OPACITY PULPS ARE  
PRODUCED BY WEYERHAEUSER.  
PULP & PAPER. (OCTUBRE 30, 1961.)

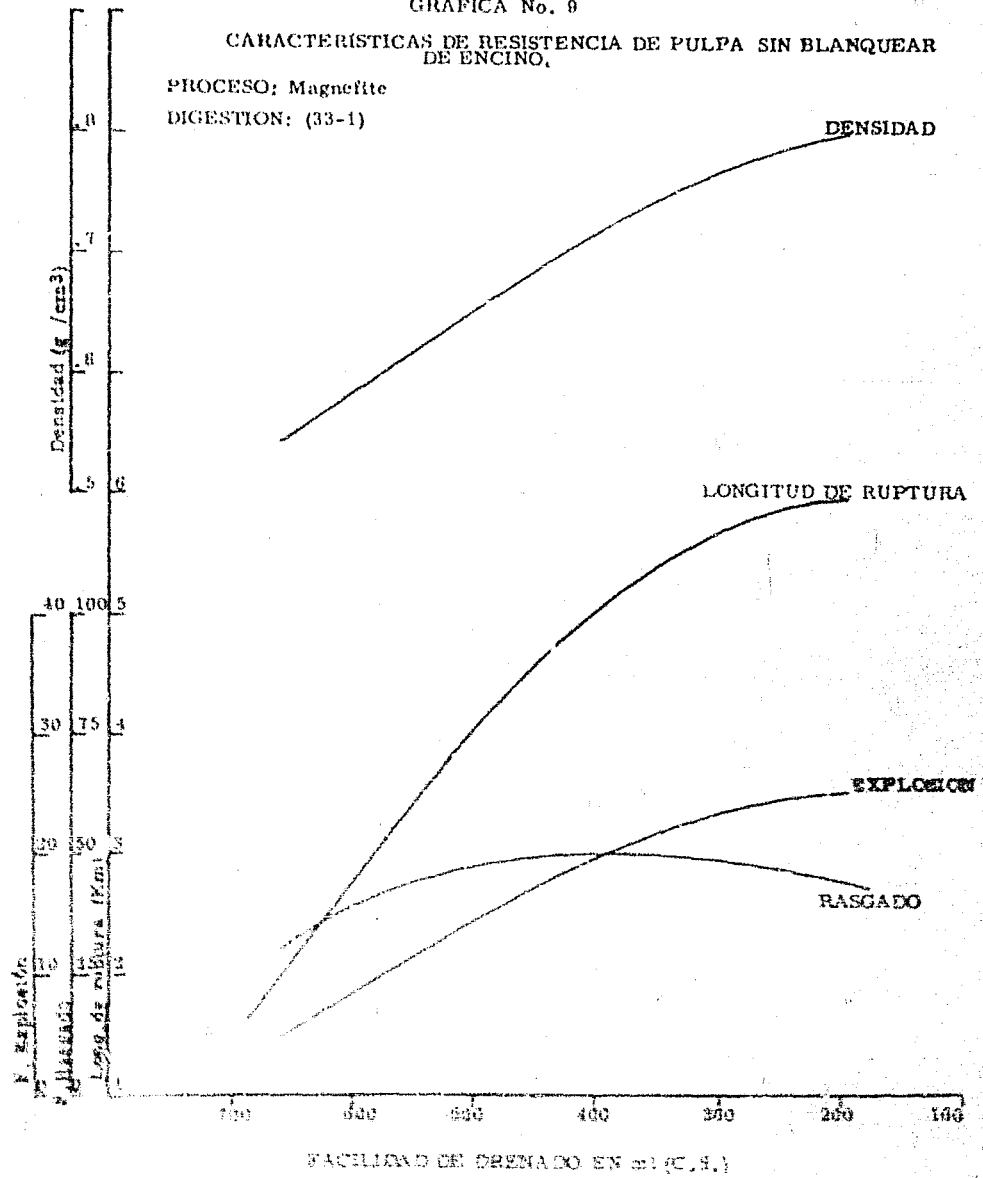


APENDICE.

GRAFICA No. 9

CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO.

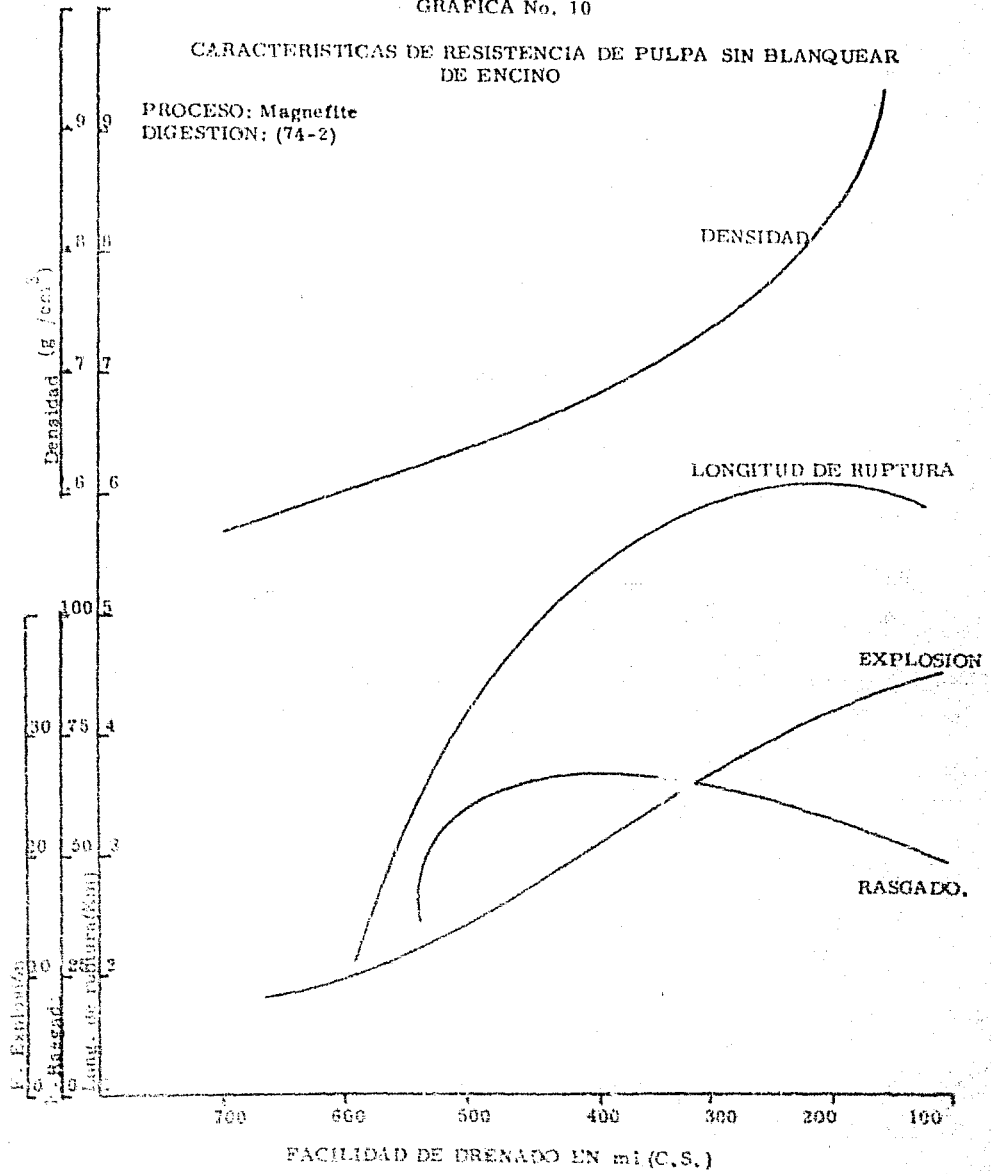
PROCESO: Magnetite  
DIGESTION: (33-1)



GRAFICA No. 10

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO

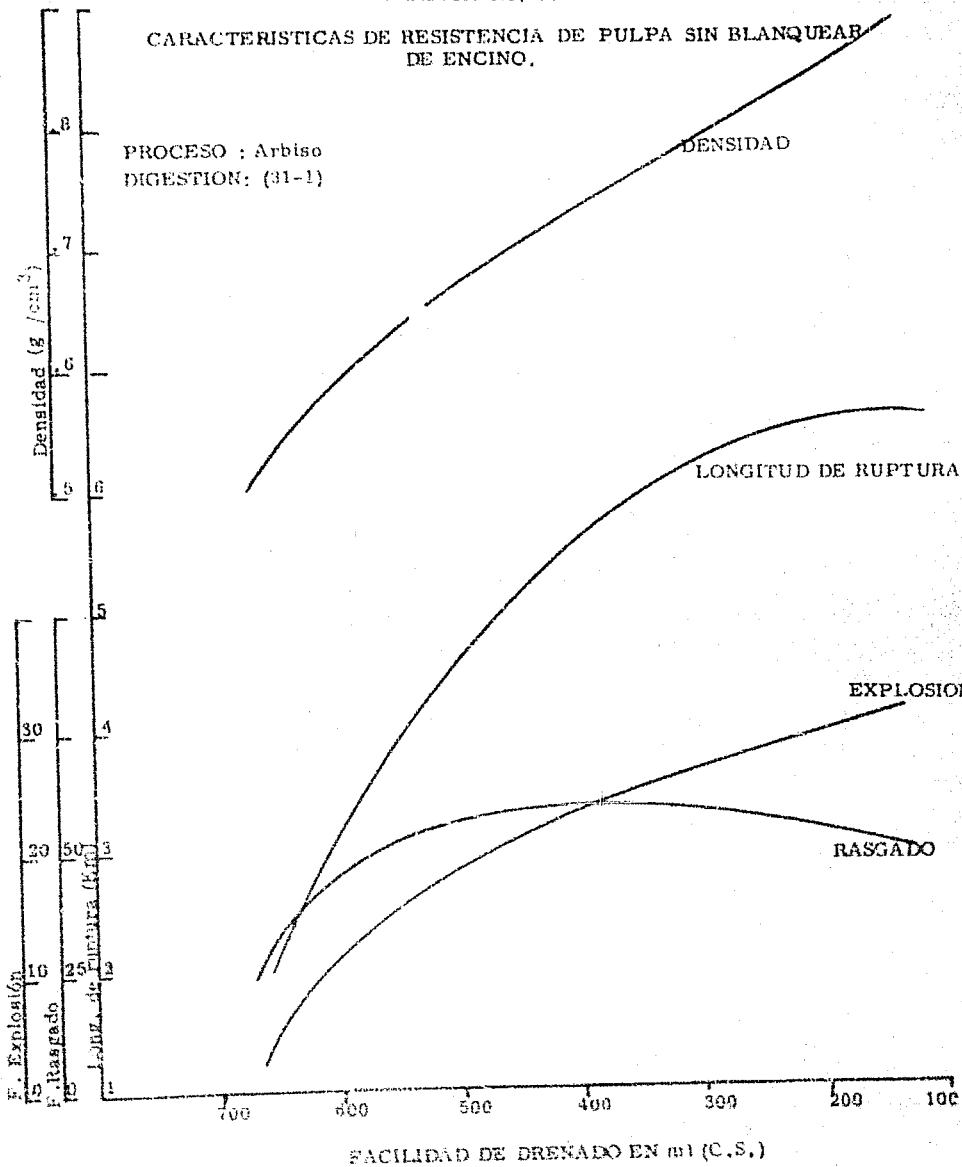
PROCESO: Magnefite  
DIGESTION: (74-2)



GRAFICA No. 11

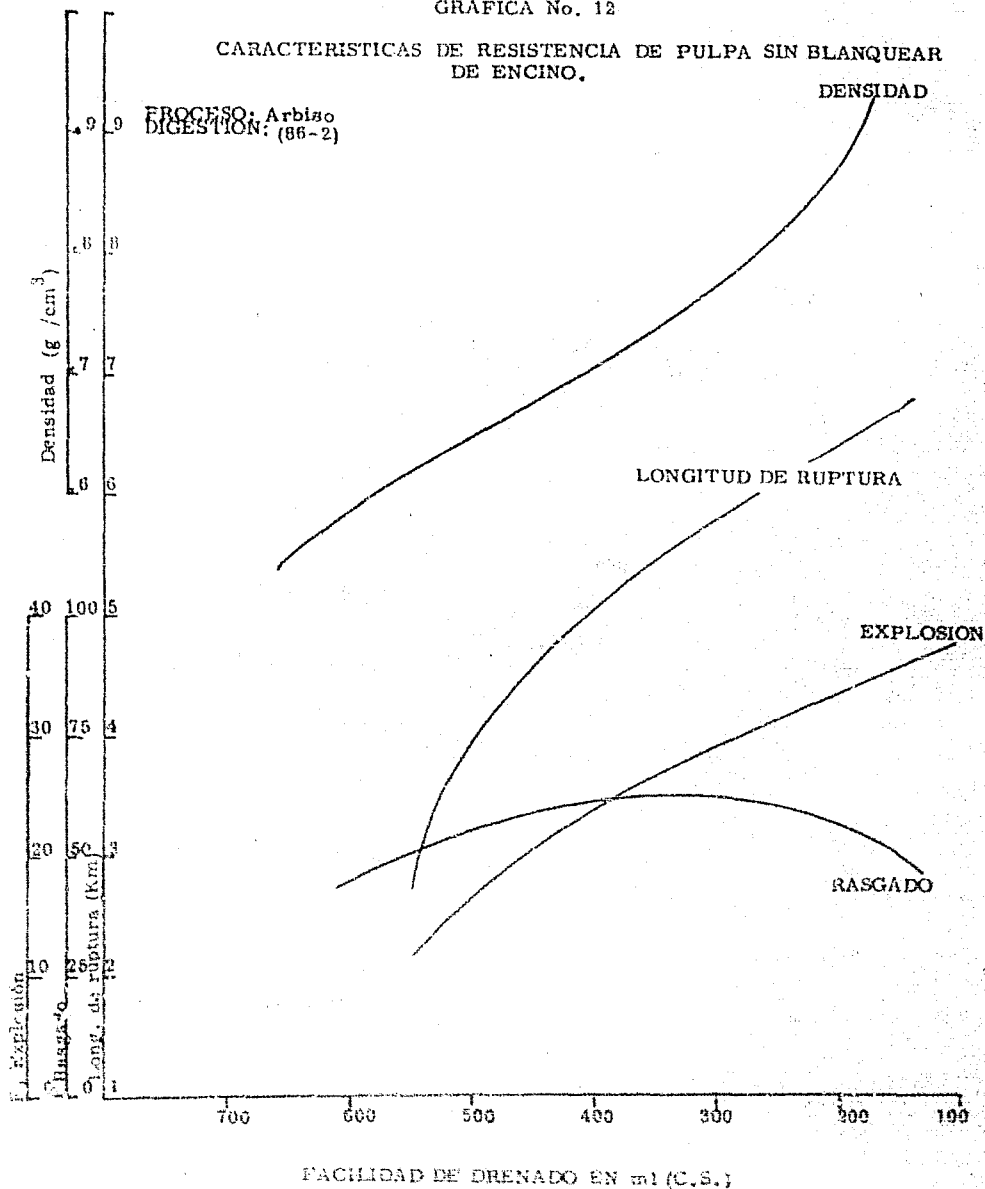
CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO.

PROCESO : Arbisio  
DIGESTION: (31-1)



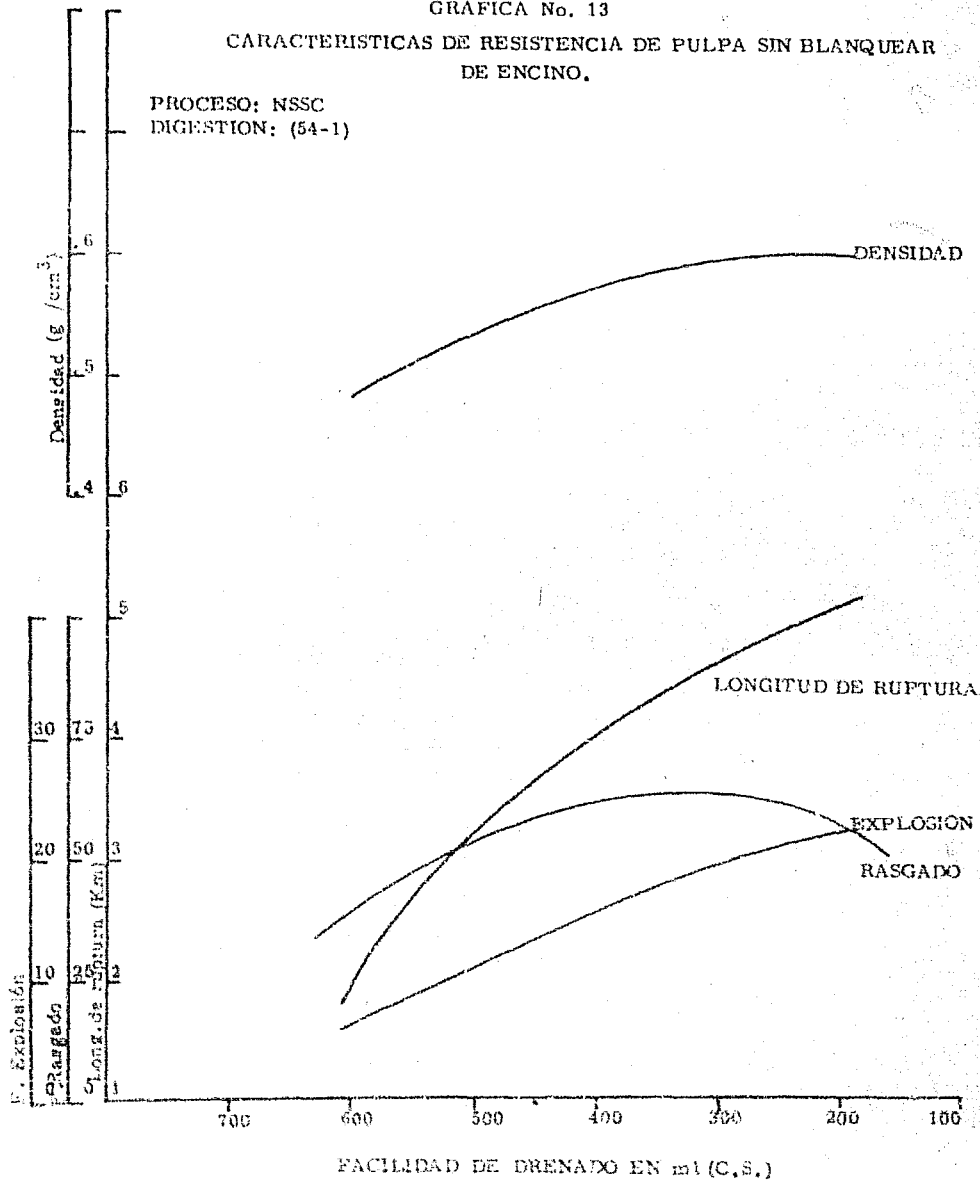
GRAFICA No. 12

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO.



GRAFICA No. 13  
 CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR  
 DE ENCINO.

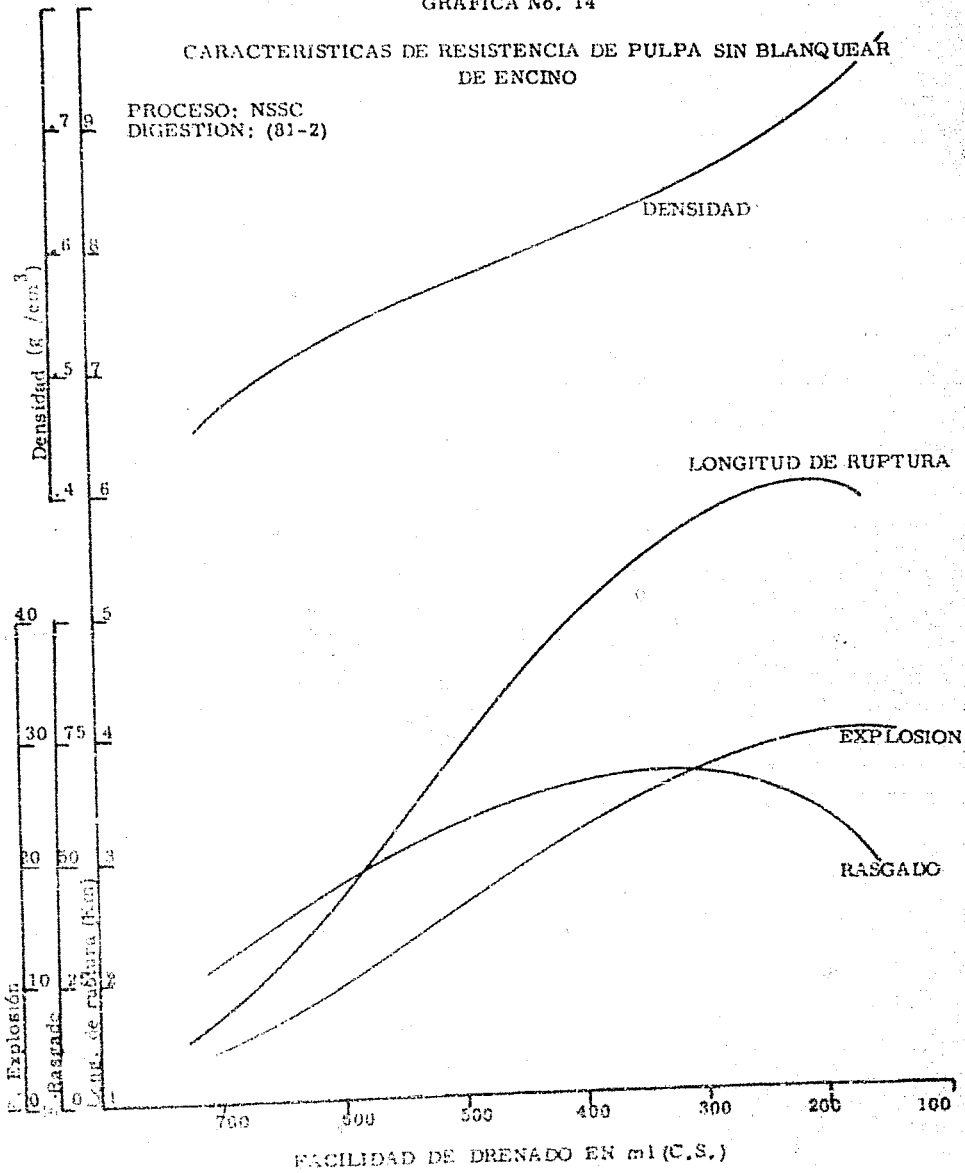
PROCESO: NSSC  
 DIGESTION: (54-1)



GRAFICA No. 14

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO

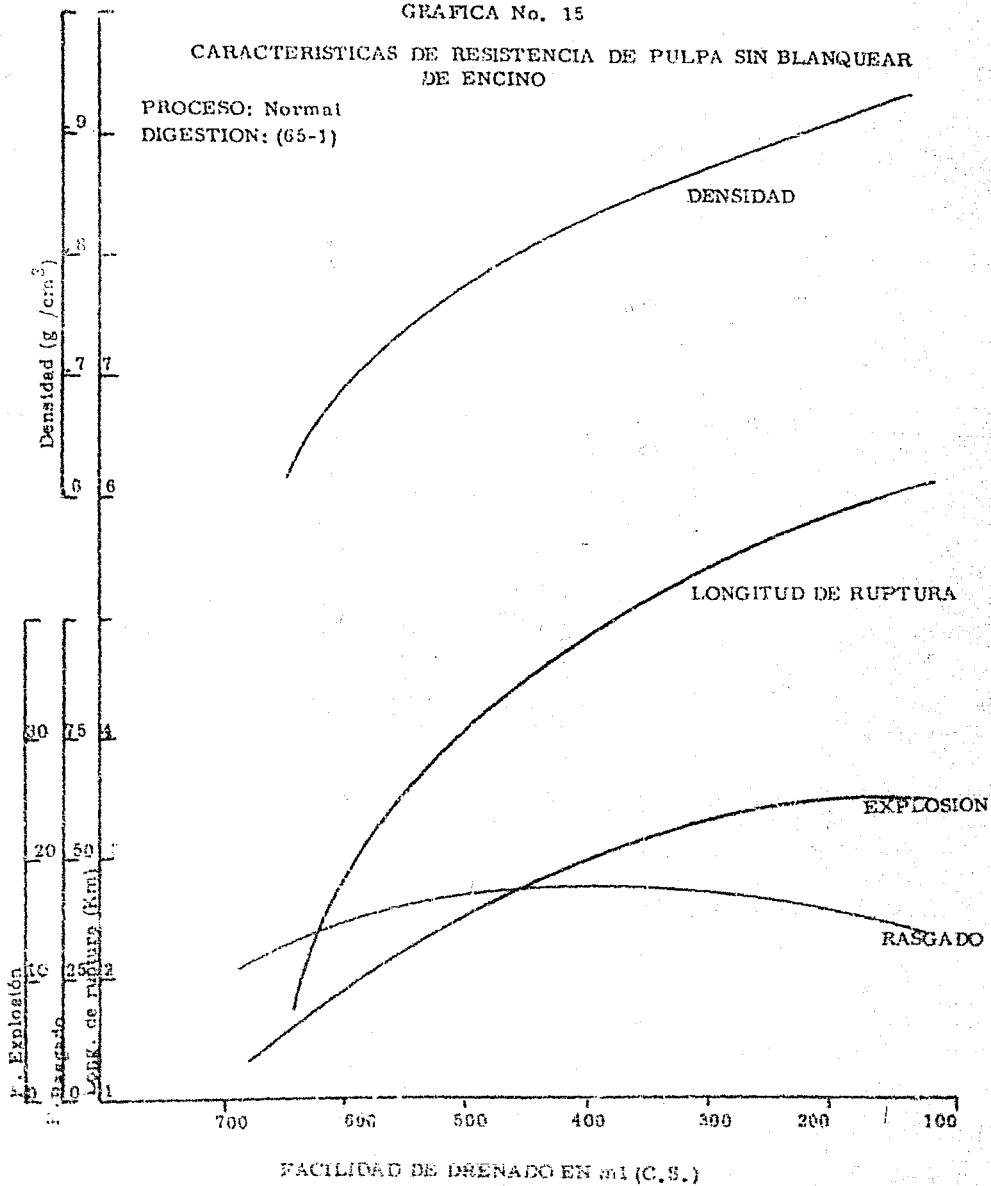
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (81-2)



GRAFICA No. 15

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO

PROCESO: Normal  
DIGESTION: (65-1)

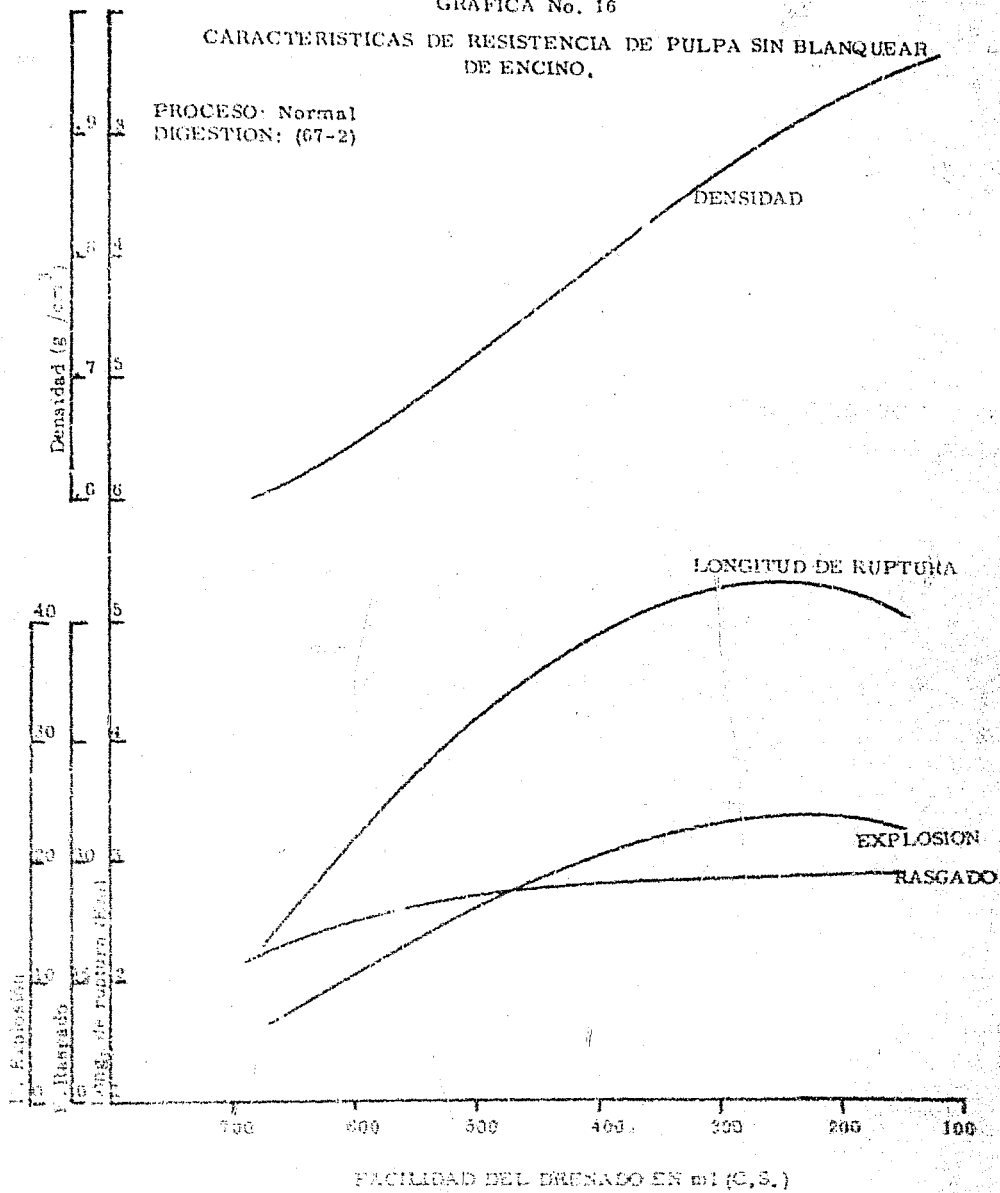




GRAFICA No. 16

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE ENCINO.

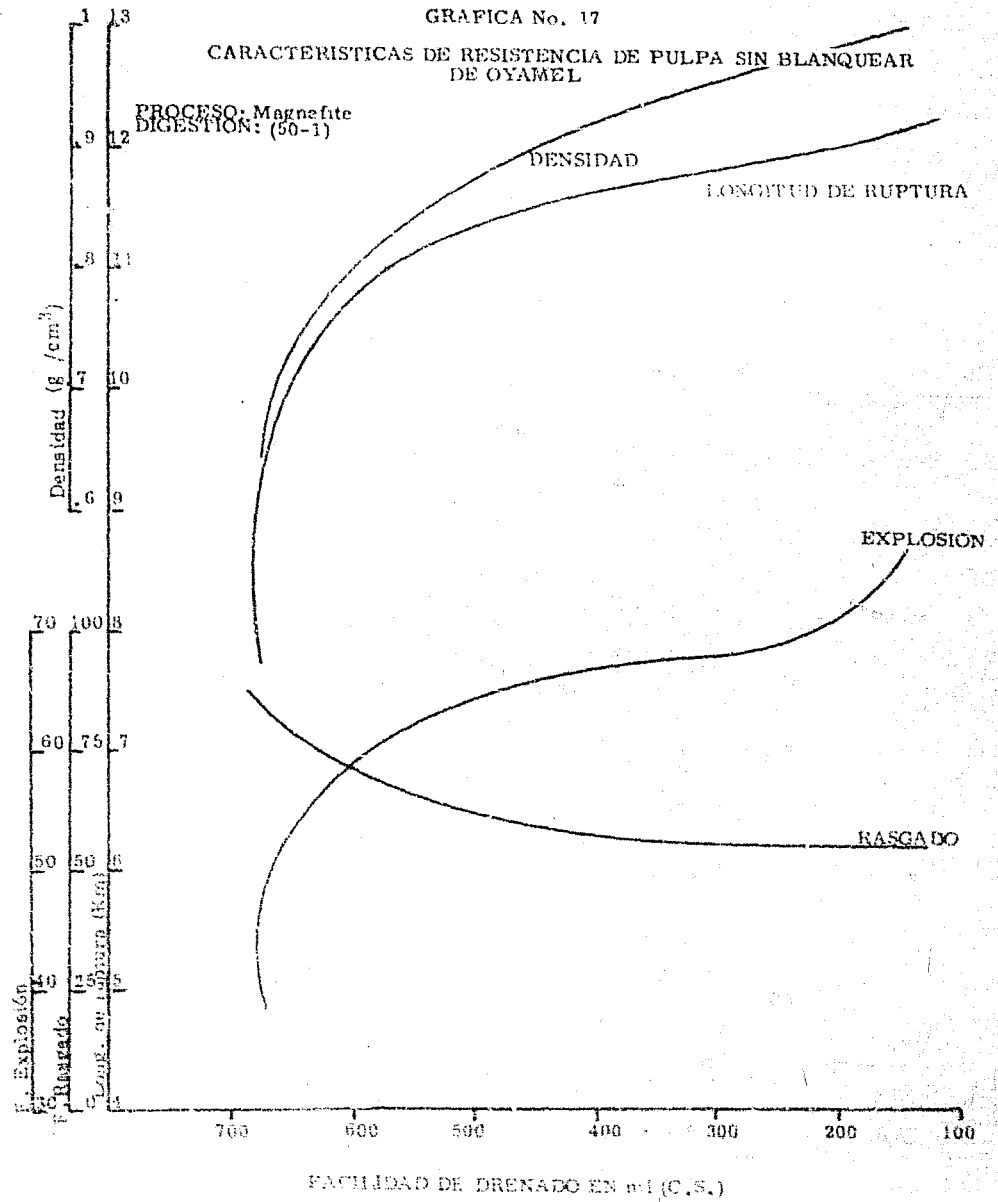
PROCESO: Normal  
DIGESTION: (67-2)



GRAFICA No. 17

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL

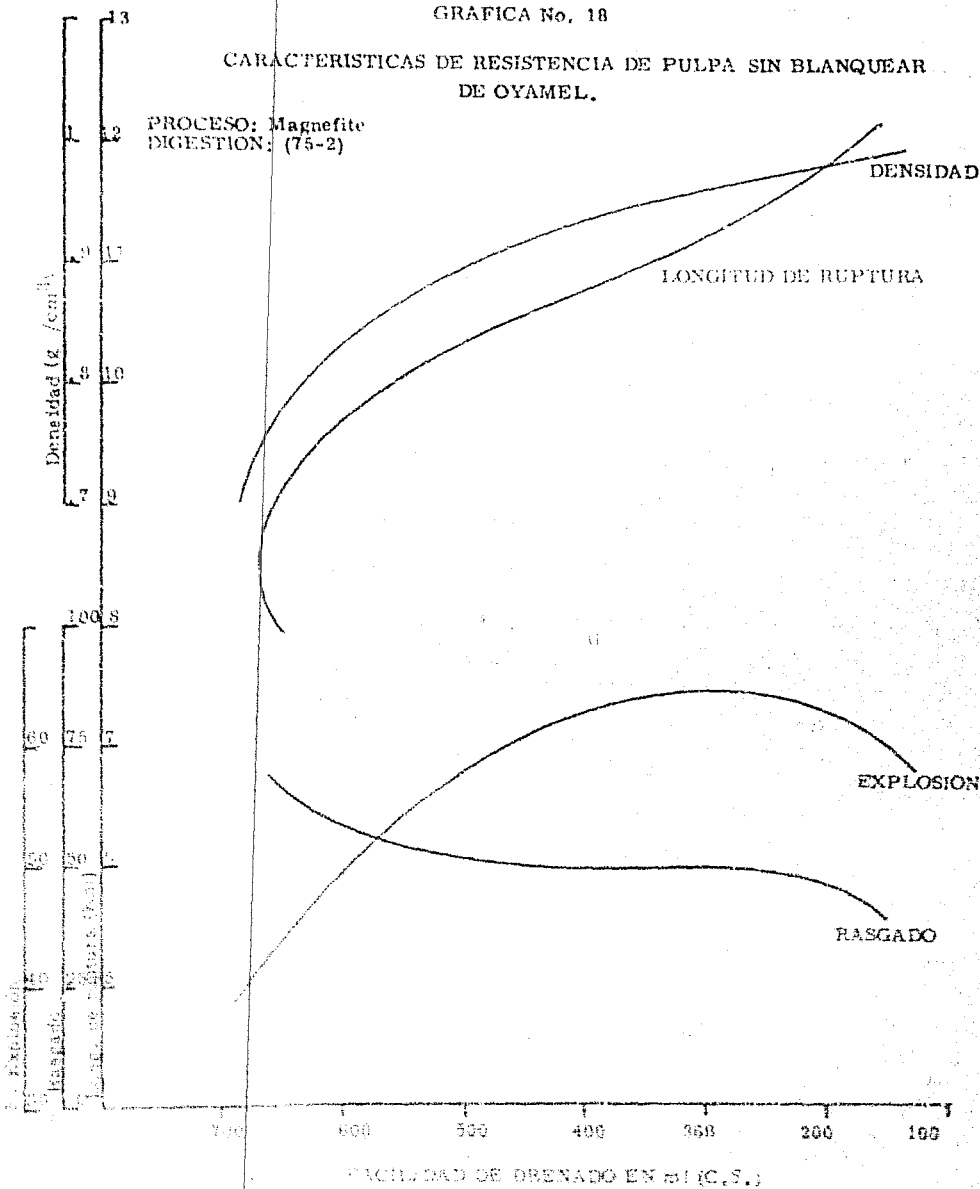
PROCESO: Magnefite  
DIGESTION: (50-1)



GRAFICA No. 18

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL.

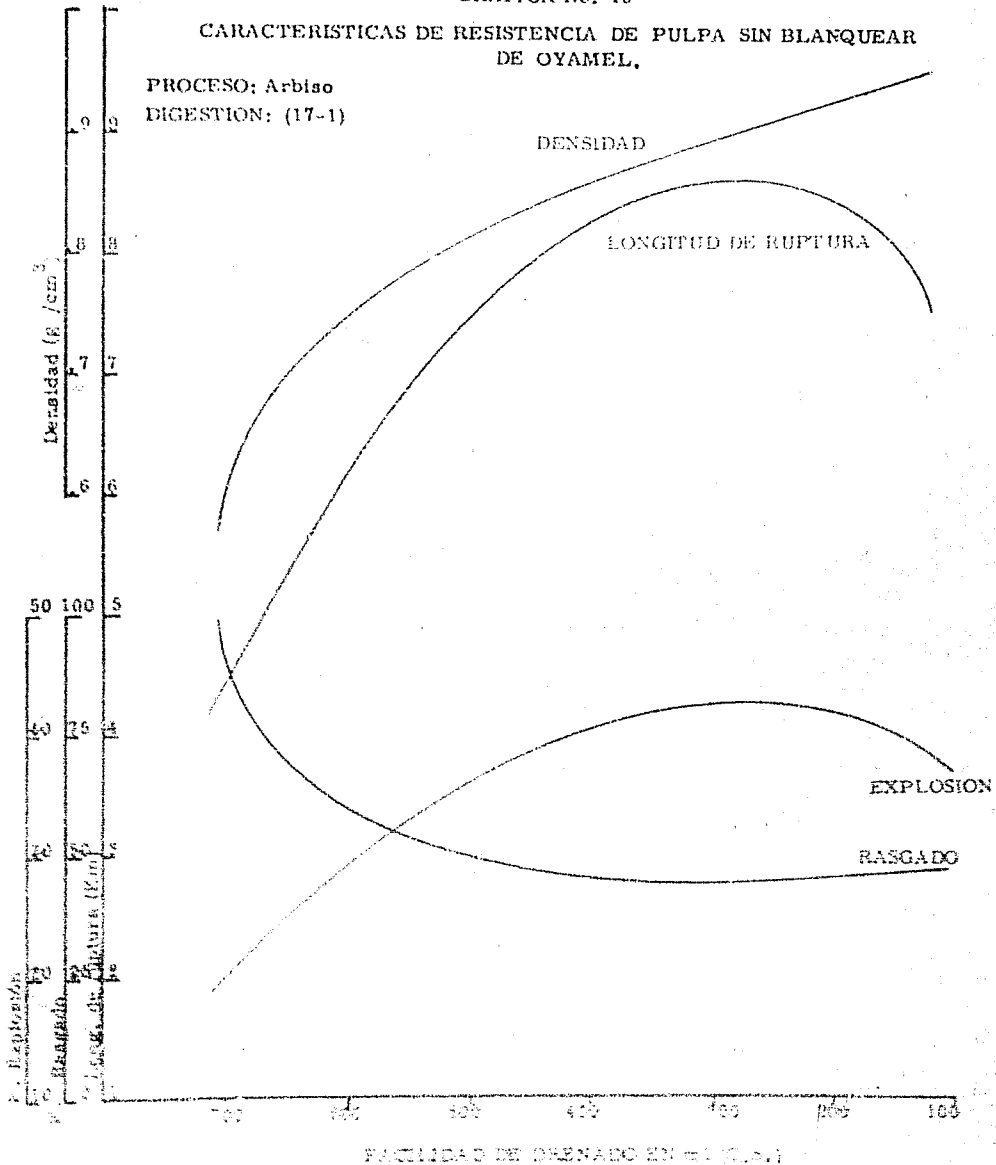
PROCESO: Magnetite  
DIGESTION: (75-2)



GRAFICA No. 19

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL.

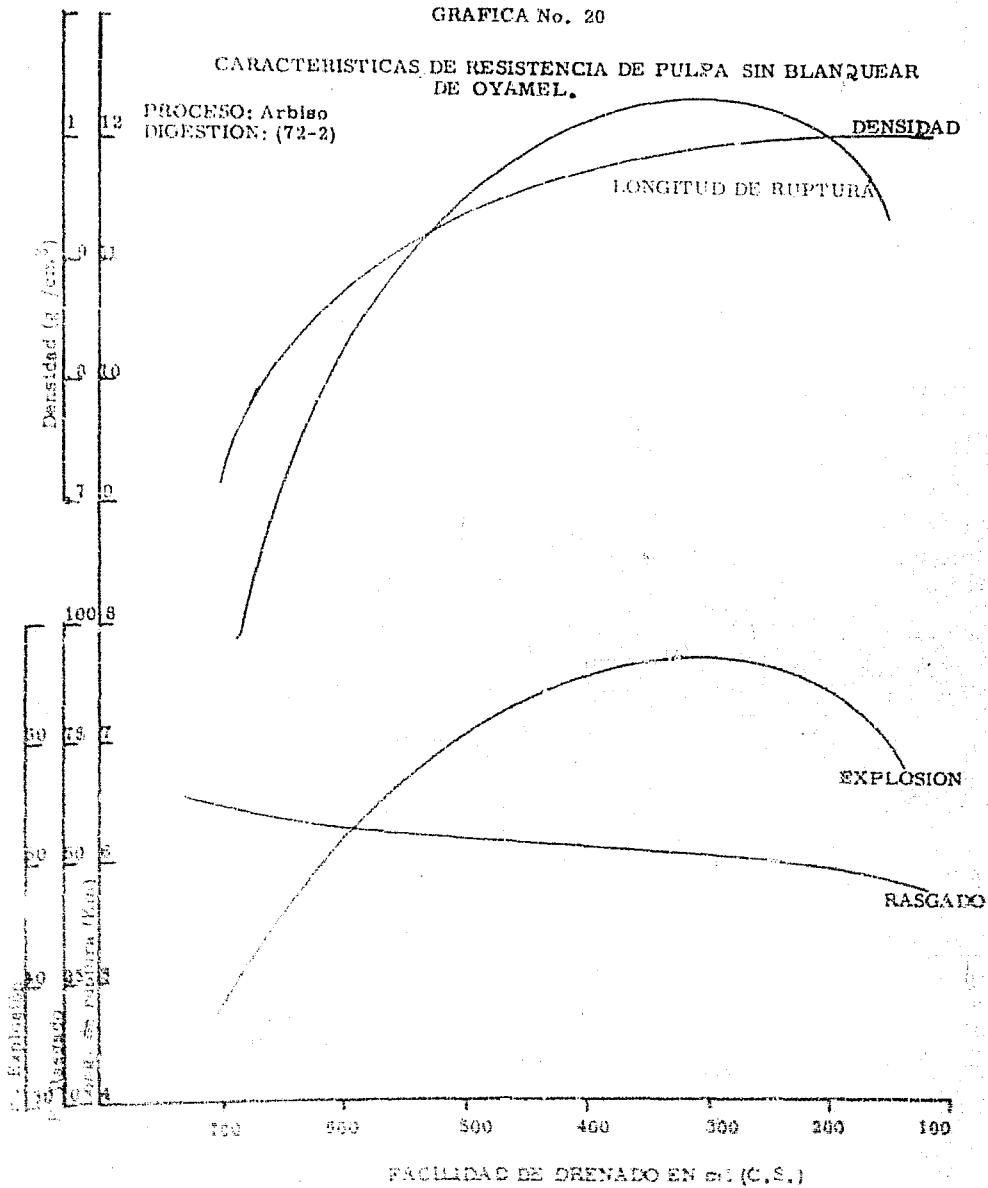
PROCESO: Arbisio  
DIGESTION: (17-1)



GRAFICA No. 20

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL.

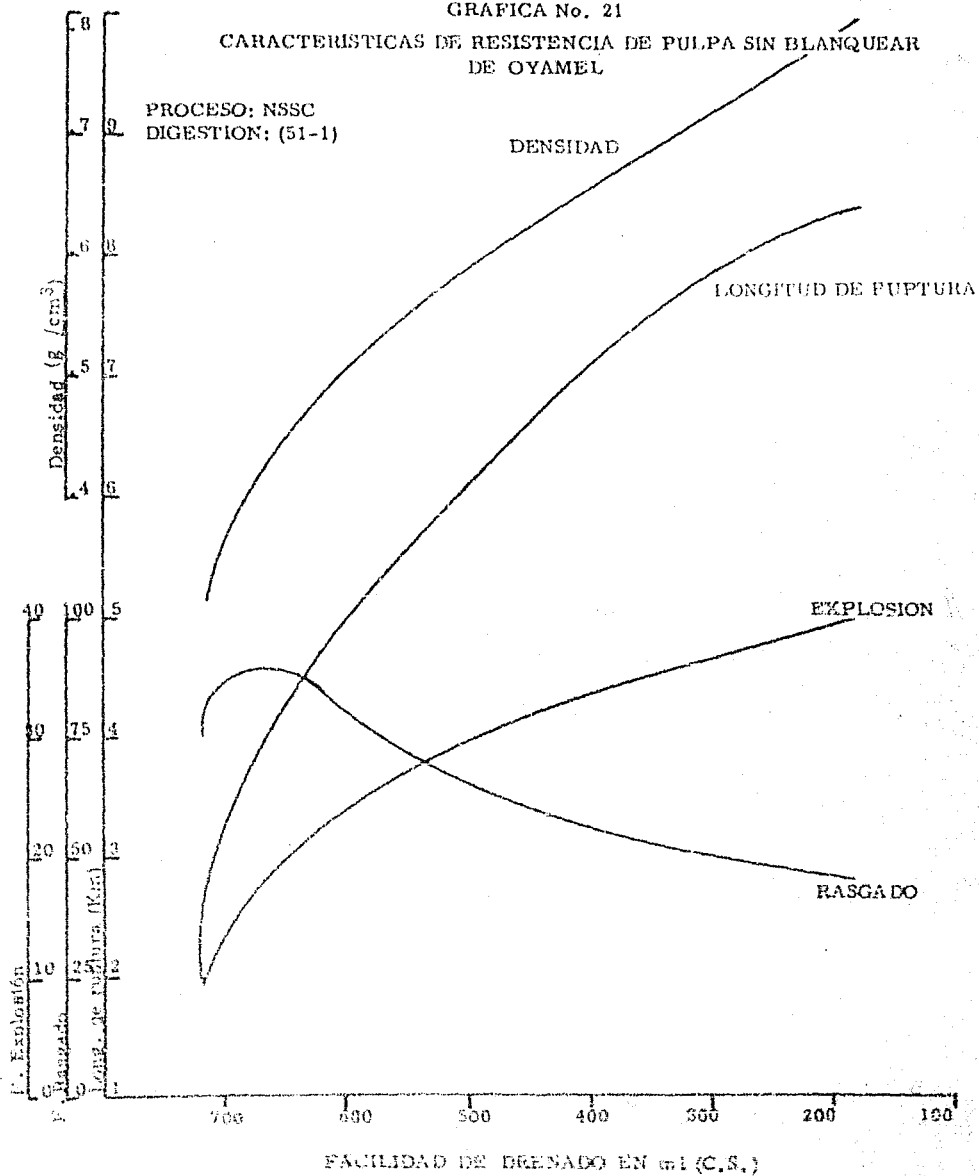
PROCESO: Arbiiso  
DIGESTION: (72-2)



GRAFICA No. 21

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL

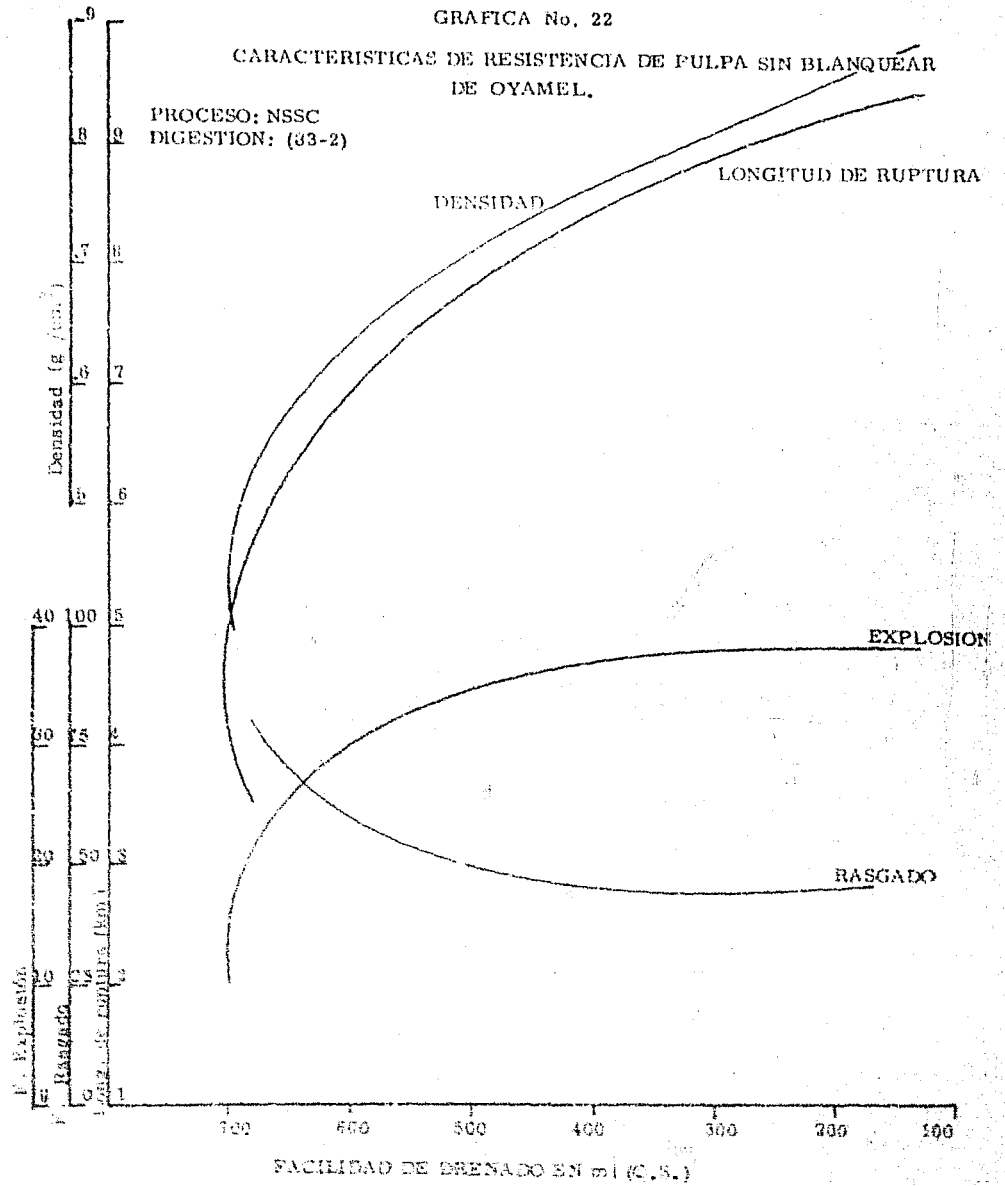
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (51-1)



GRAFICA No. 22

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL.

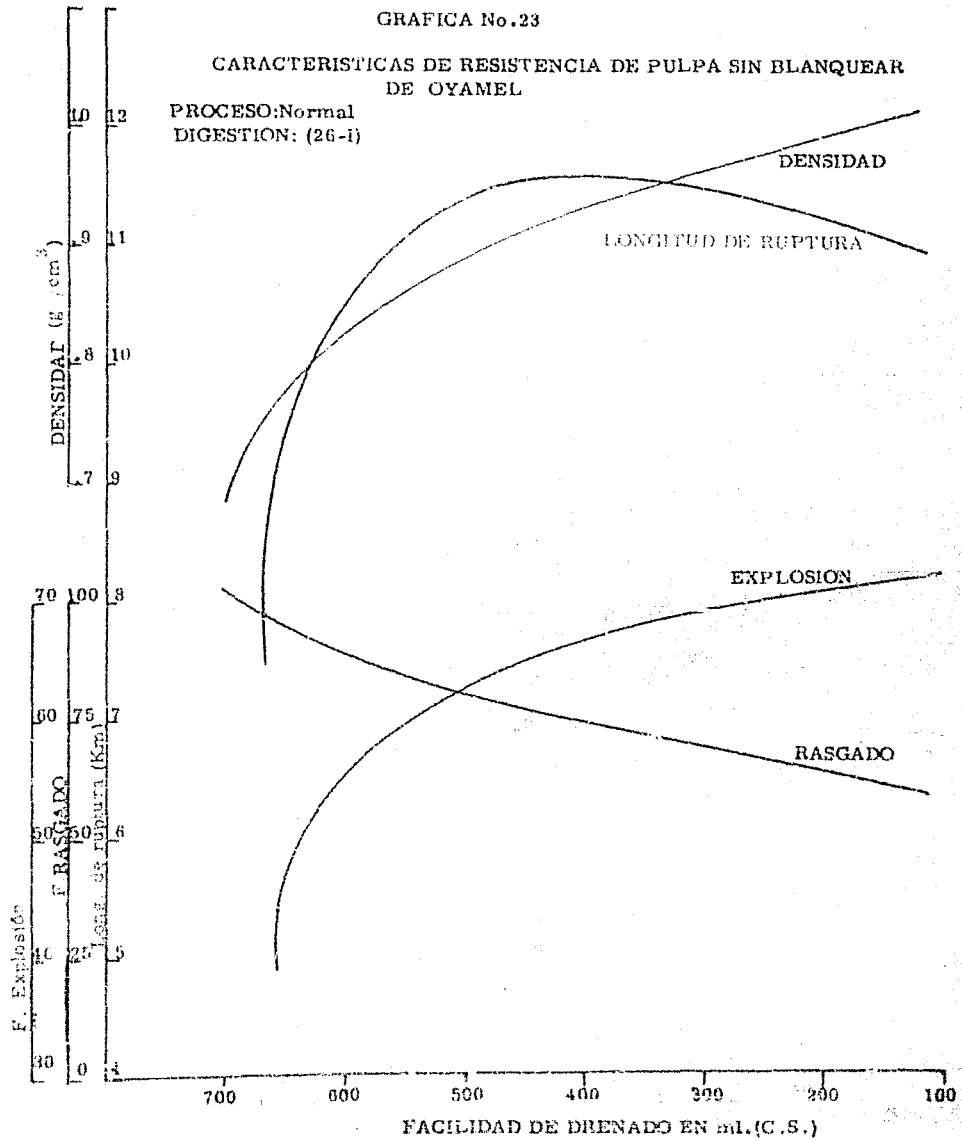
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (83-2)



GRAFICA No.23

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR DE OYAMEL

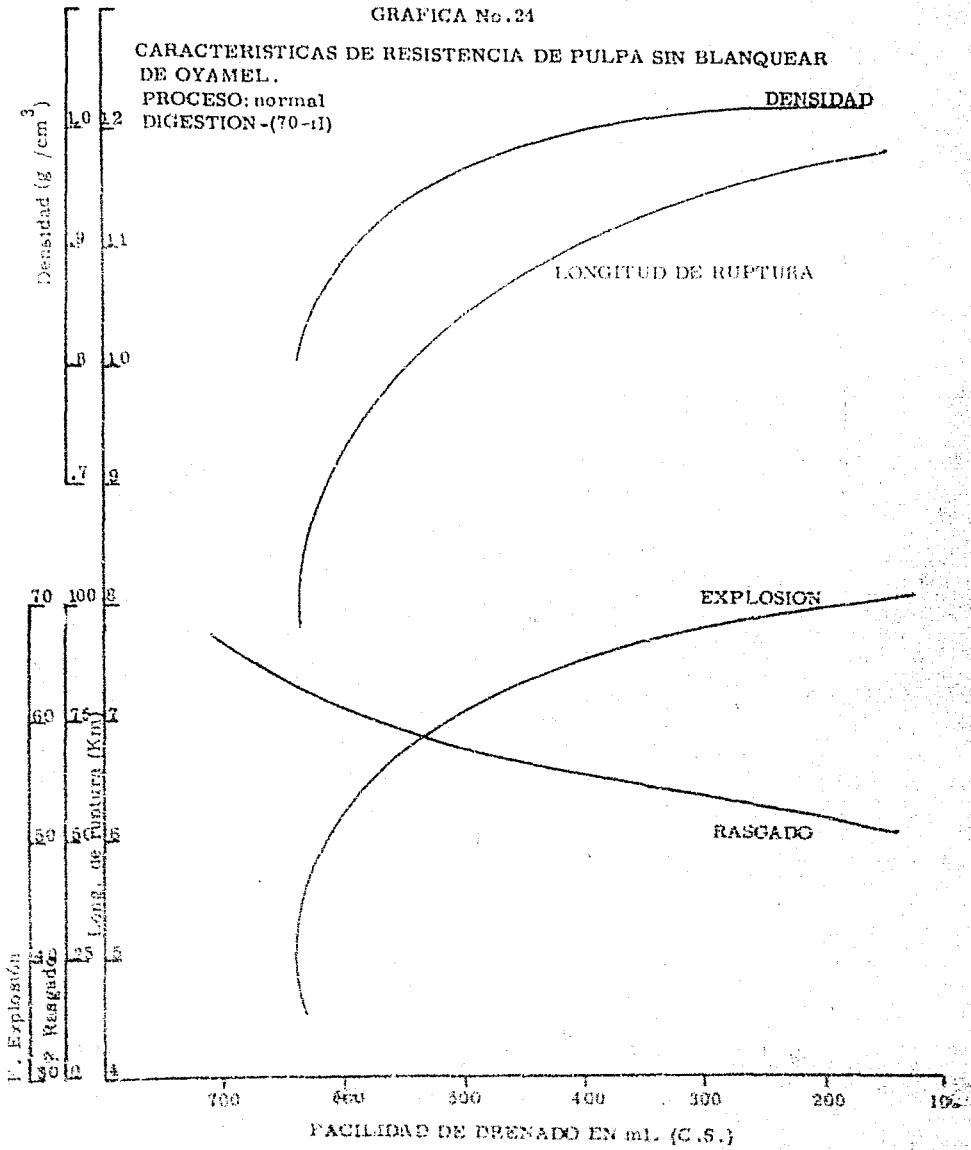
PROCESO:Normal  
DIGESTION: (26-1)





GRAFICA No. 24

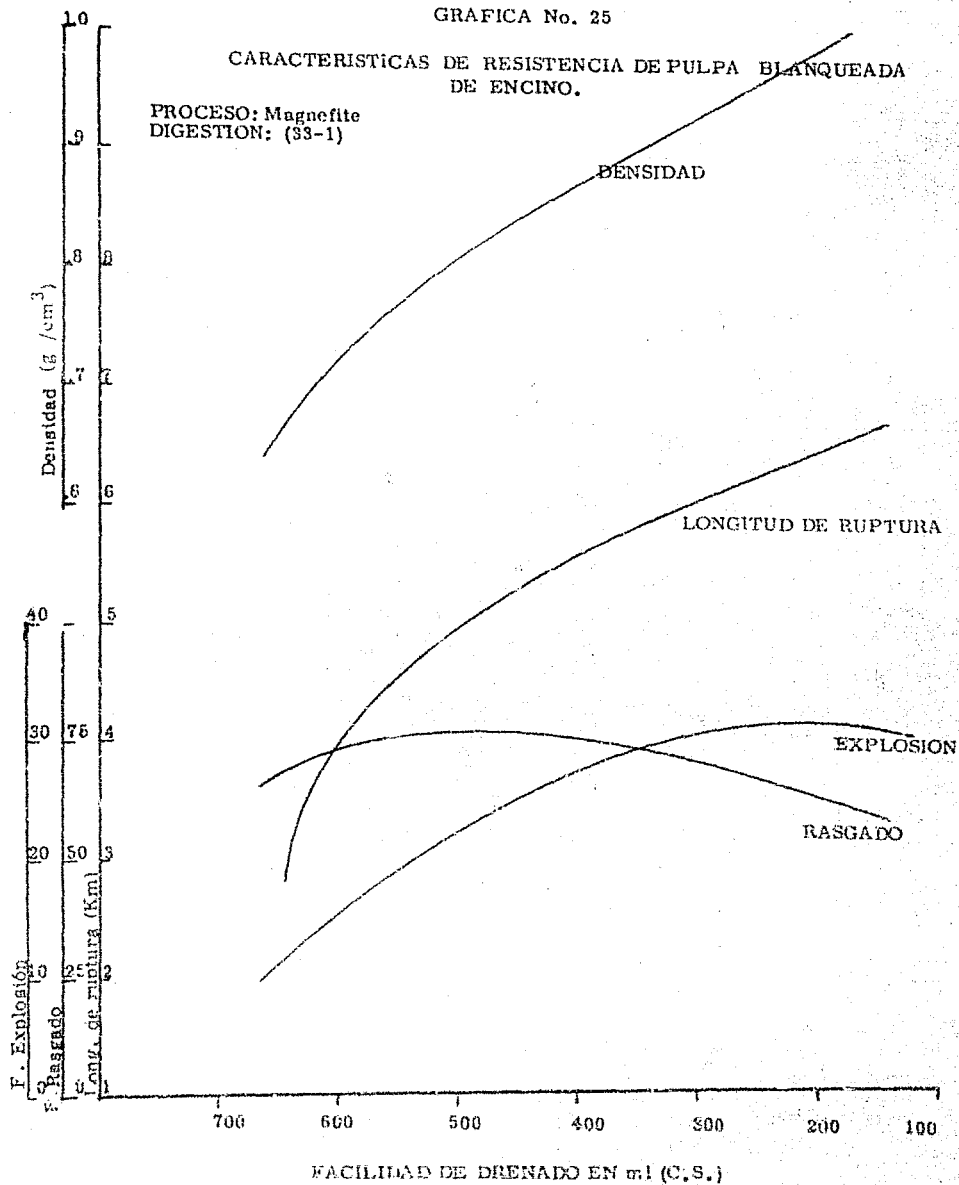
CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA SIN BLANQUEAR  
DE OYAMEL.  
PROCESO: normal  
DIGESTION -(70-t)



GRAFICA No. 25

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

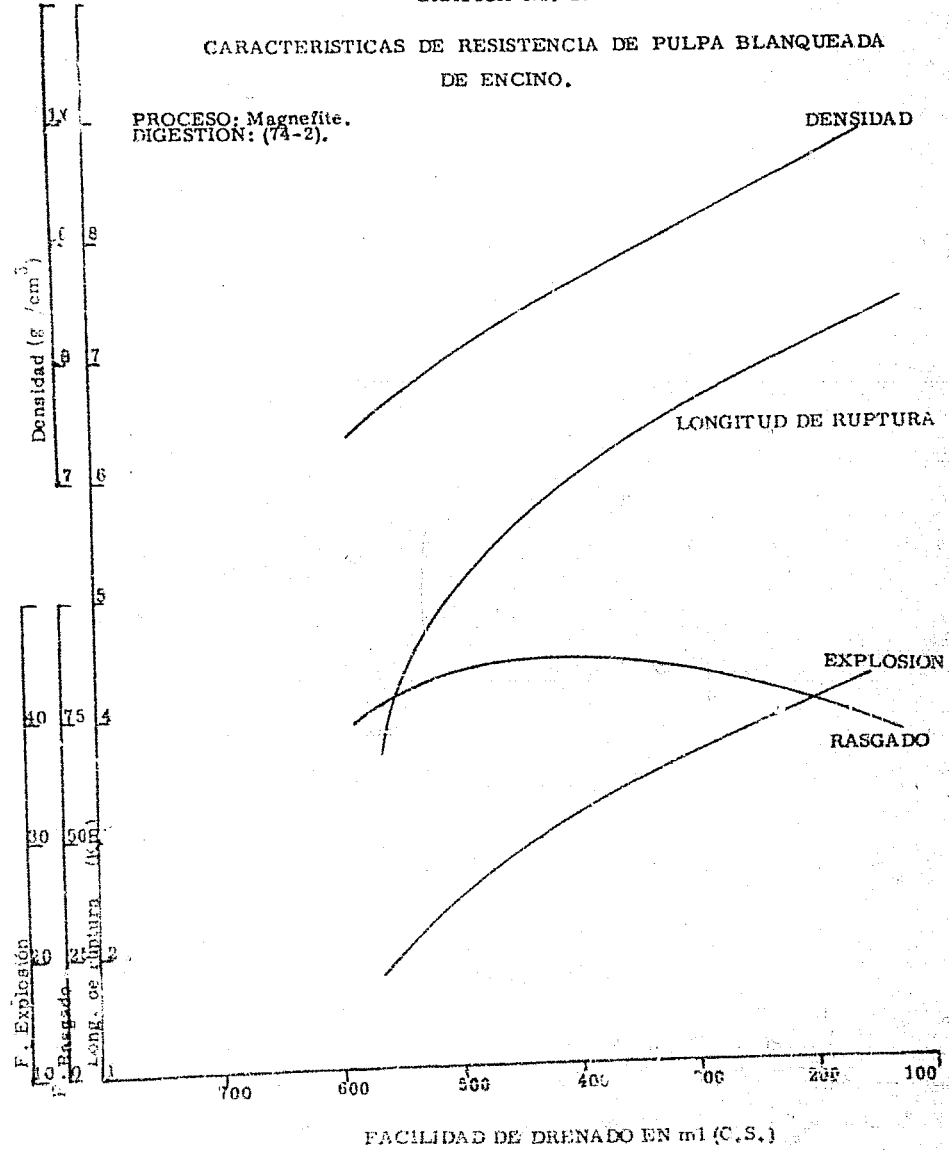
PROCESO: Magnefite  
DIGESTION: (33-1)



GRAFICA No. 26

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA  
DE ENCINO.

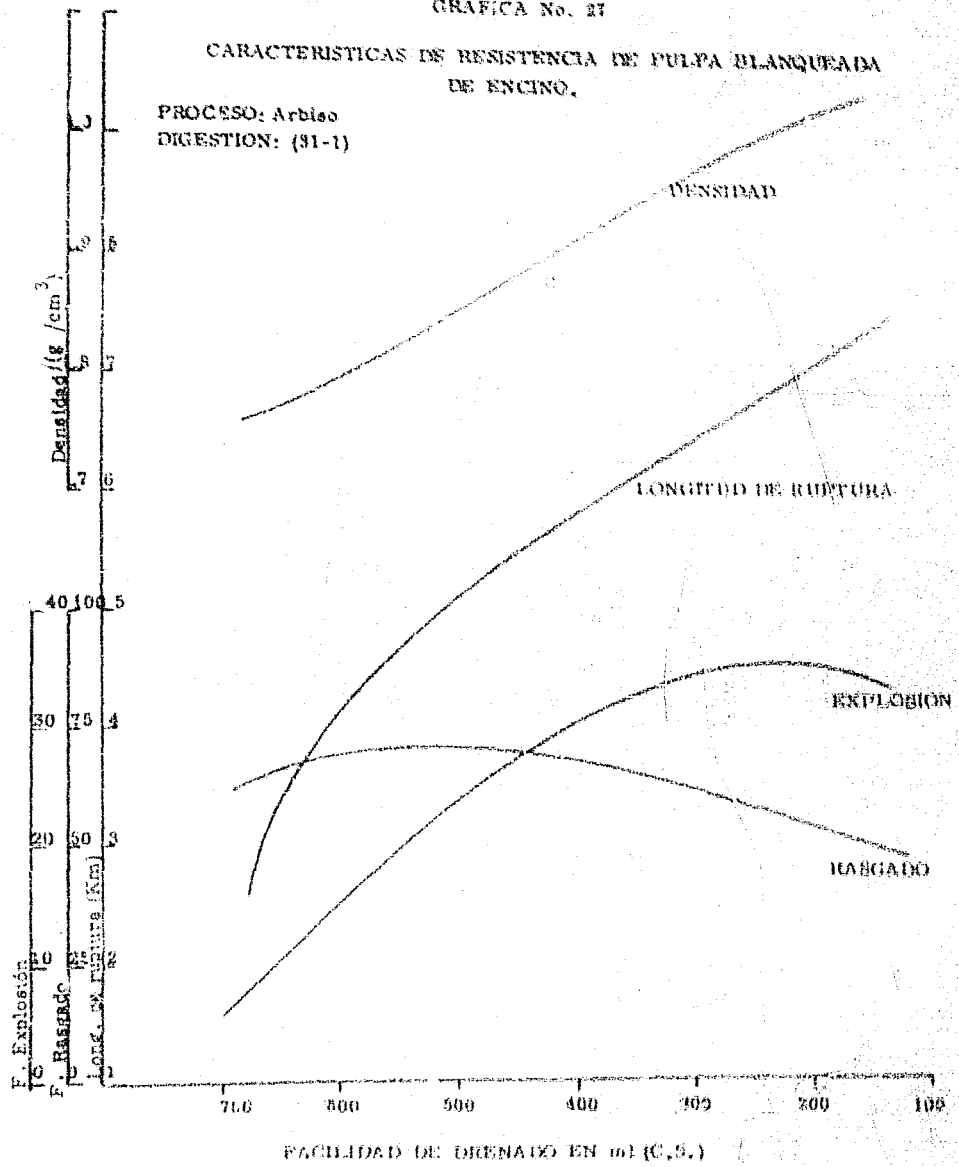
PROCESO: Magnefite.  
DIGESTION: (74-2).



GRAFICA No. 27

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

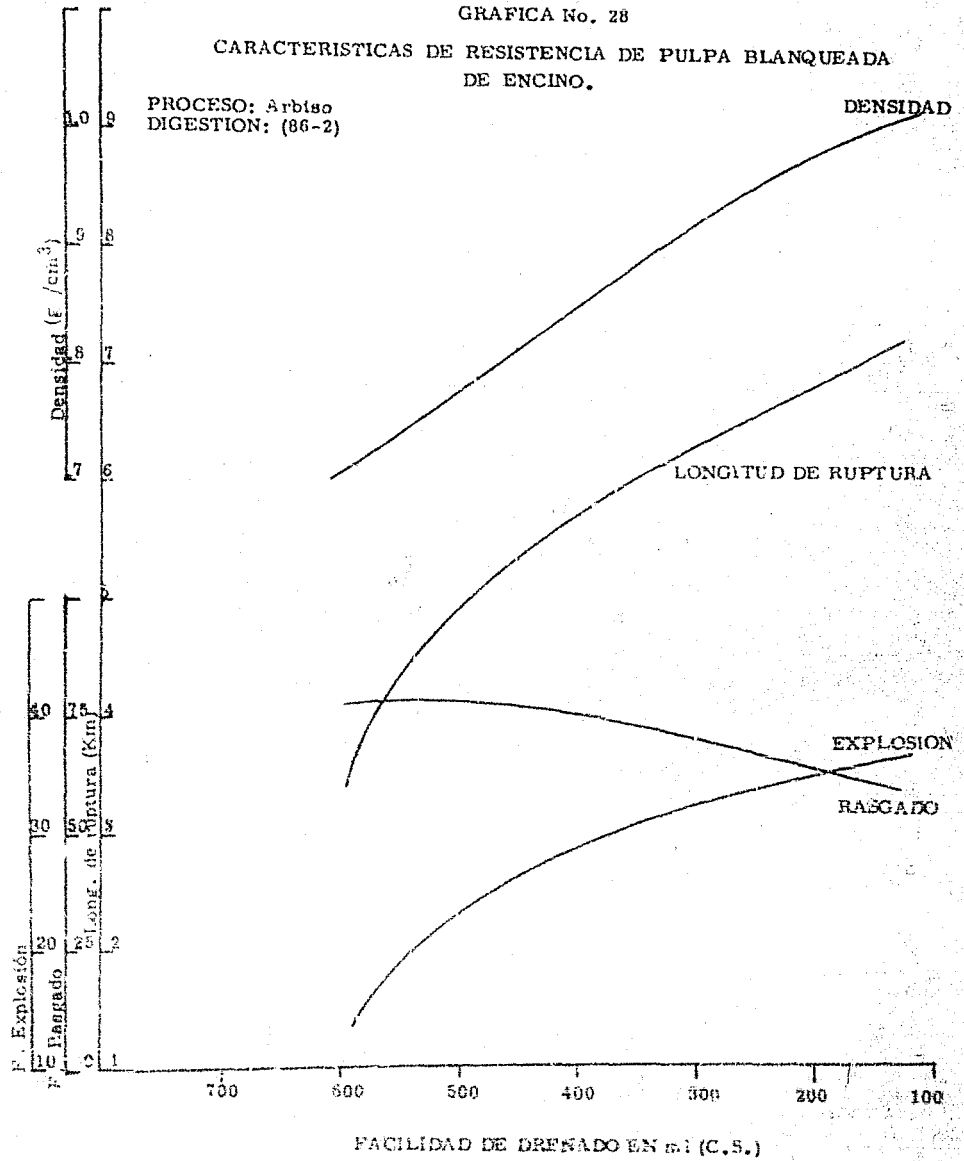
PROCESO: Arbio  
DIGESTION: (91-1)



GRAFICA No. 28

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

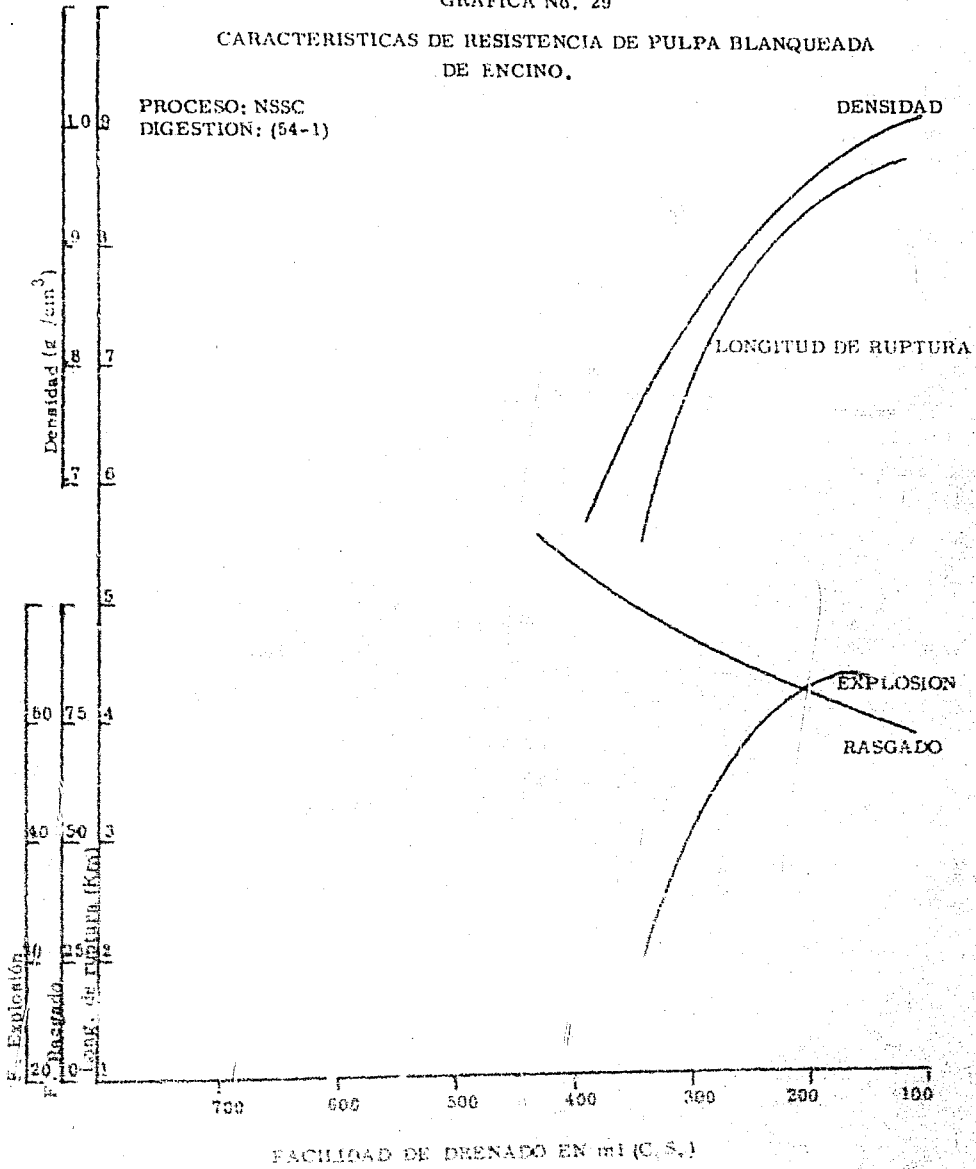
PROCESO: Arbisso  
DIGESTION: (86-2)



GRAFICA No. 29

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

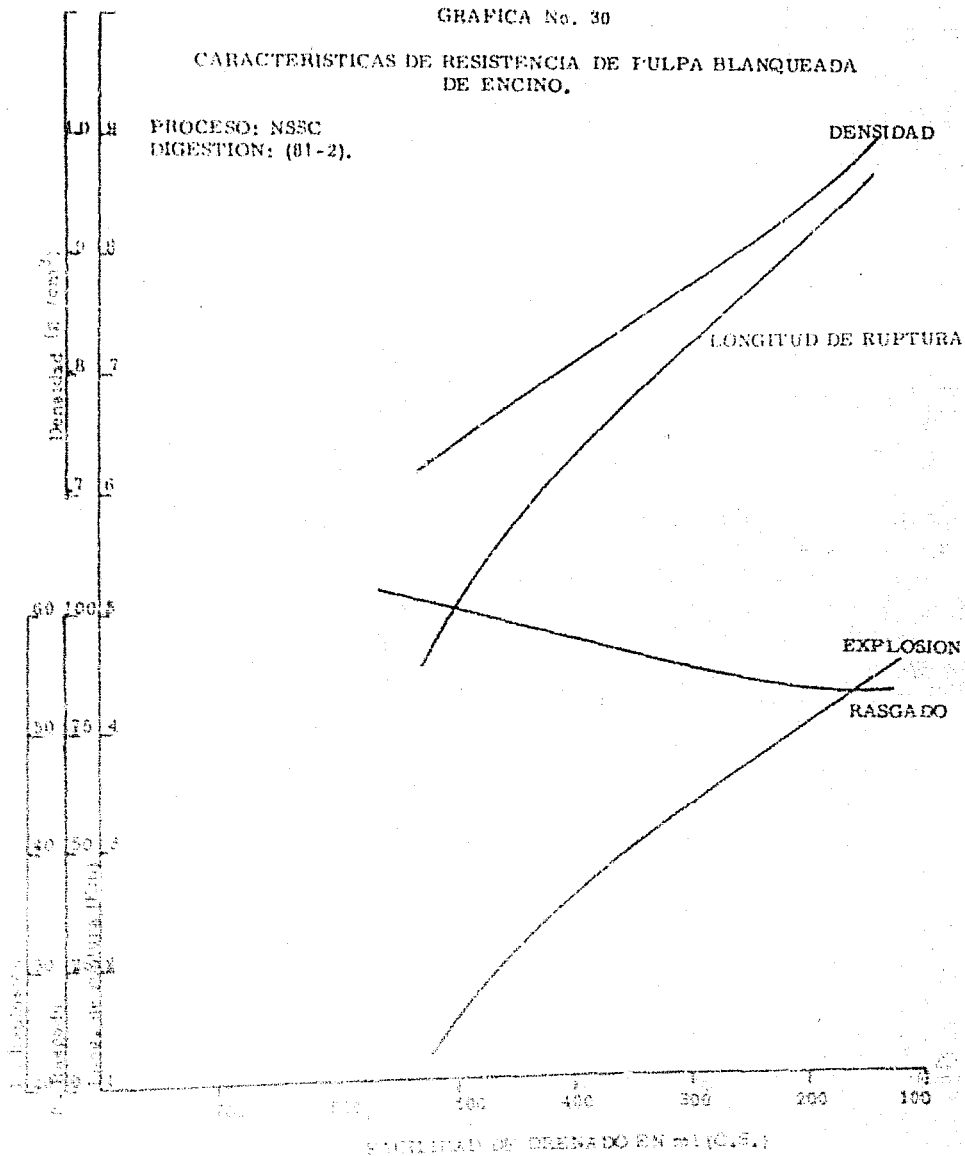
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (54-1)



GRAFICA No. 30

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

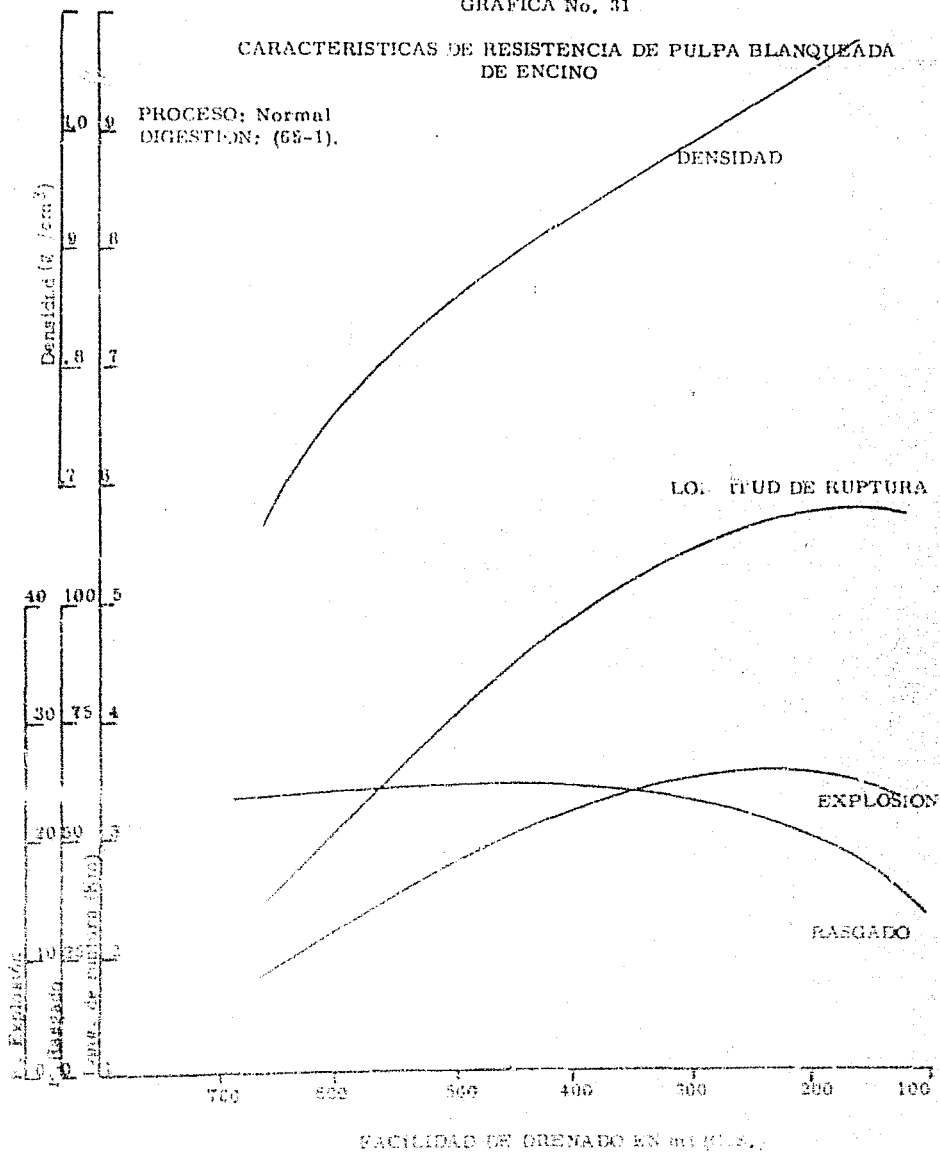
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (81-2).



GRAFICA No. 31

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO

PROCESO: Normal  
DIGESTION: (65-1).

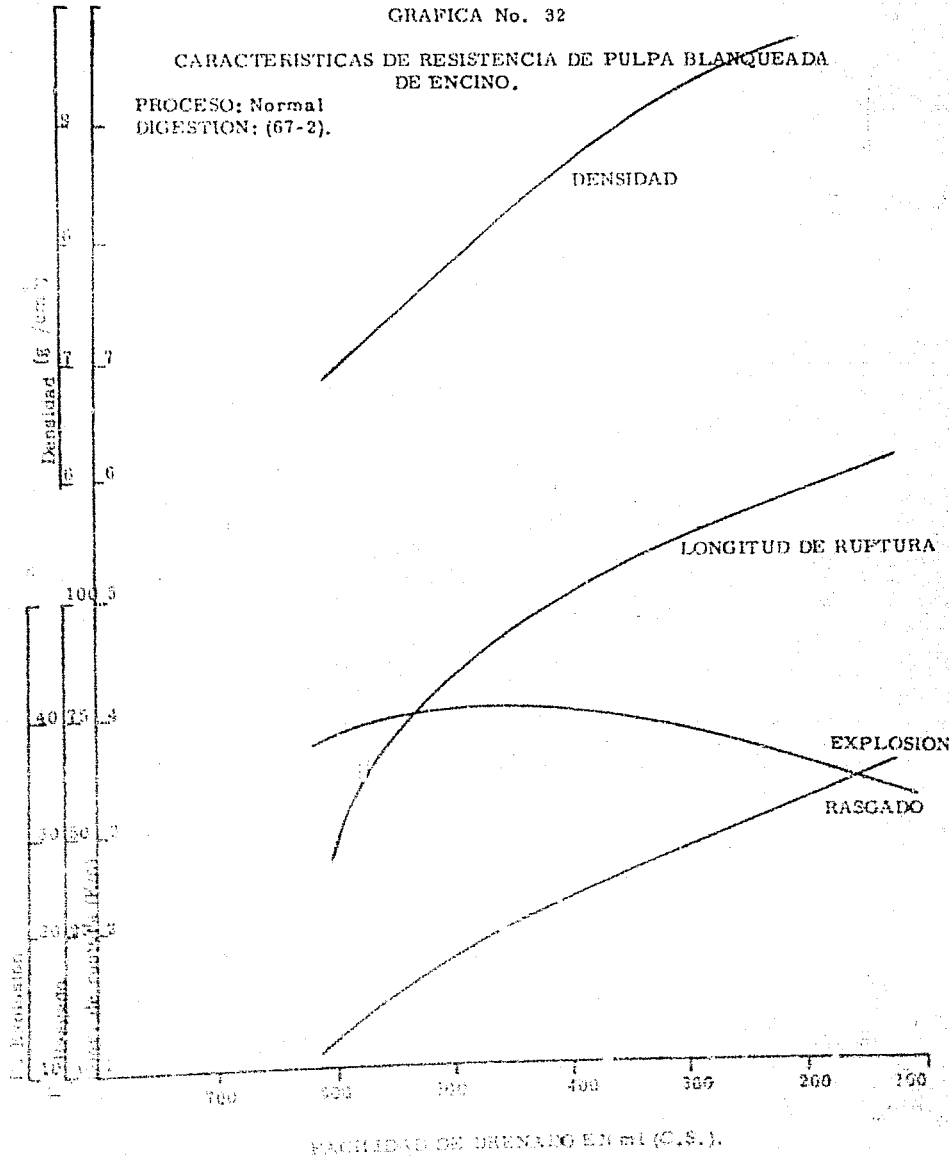




GRAFICA No. 32

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE ENCINO.

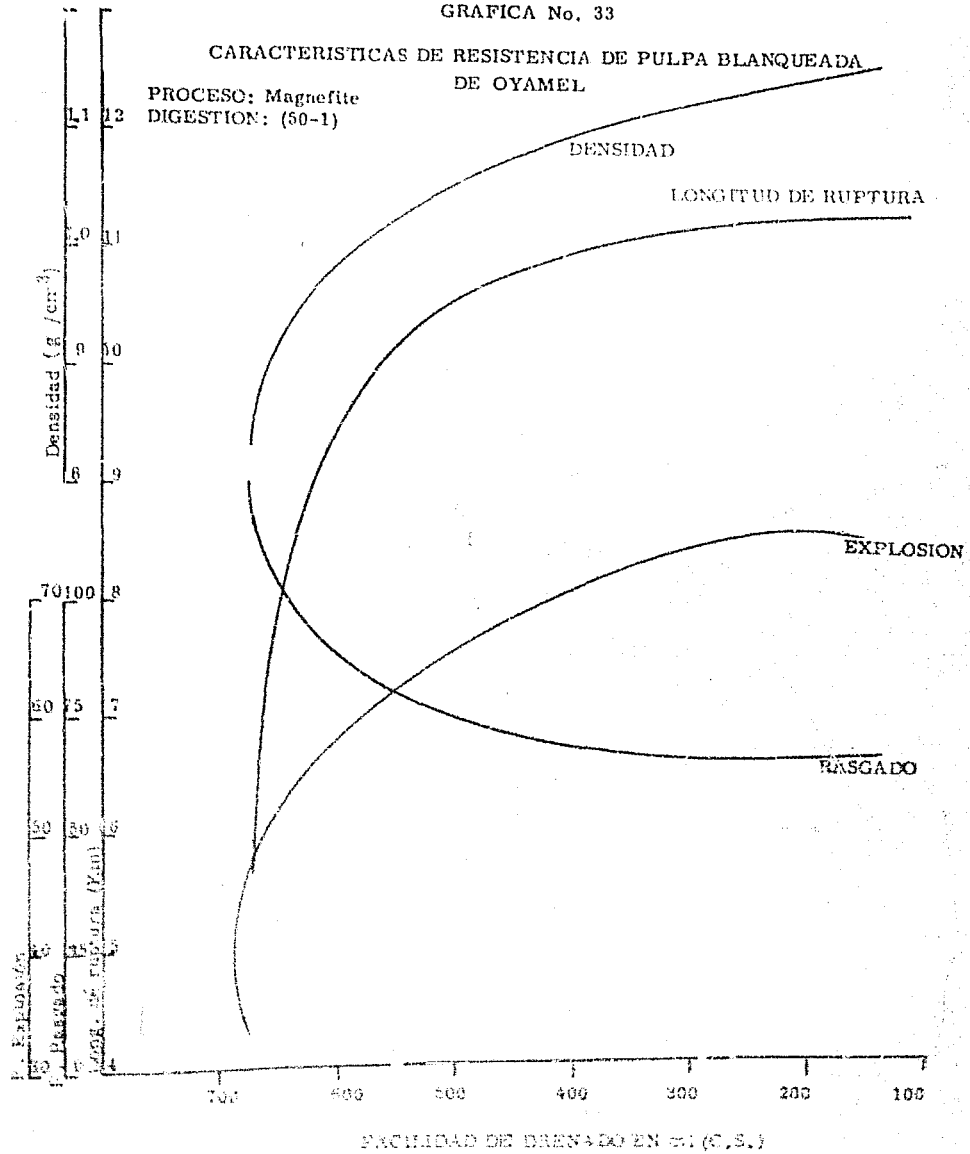
PROCESO: Normal  
DIGESTION: (67-2).



GRAFICA No. 33

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA  
DE OYAMEL

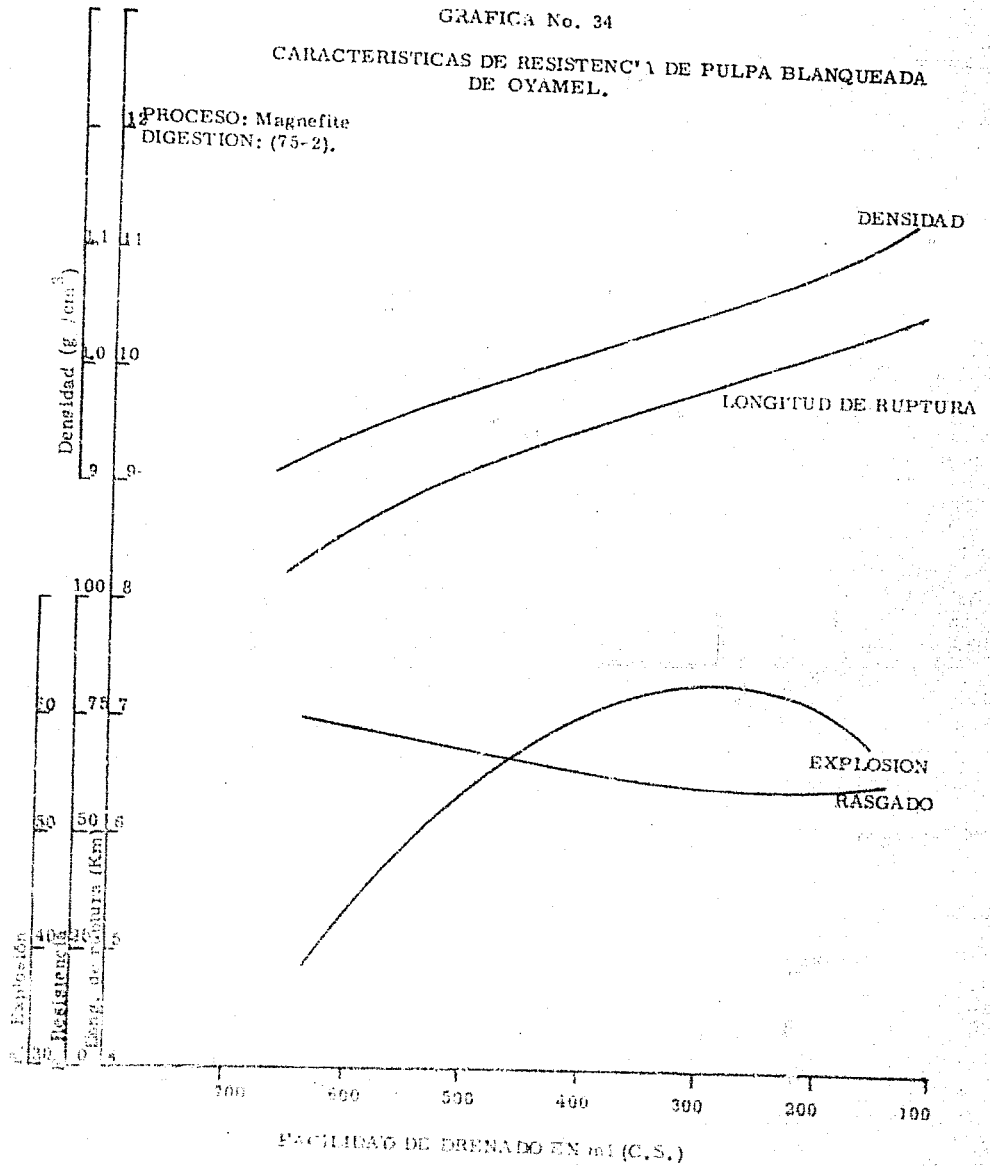
PROCESO: Magnefite  
DIGESTION: (50-1)



GRAFICA No. 34

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE OYAMEL.

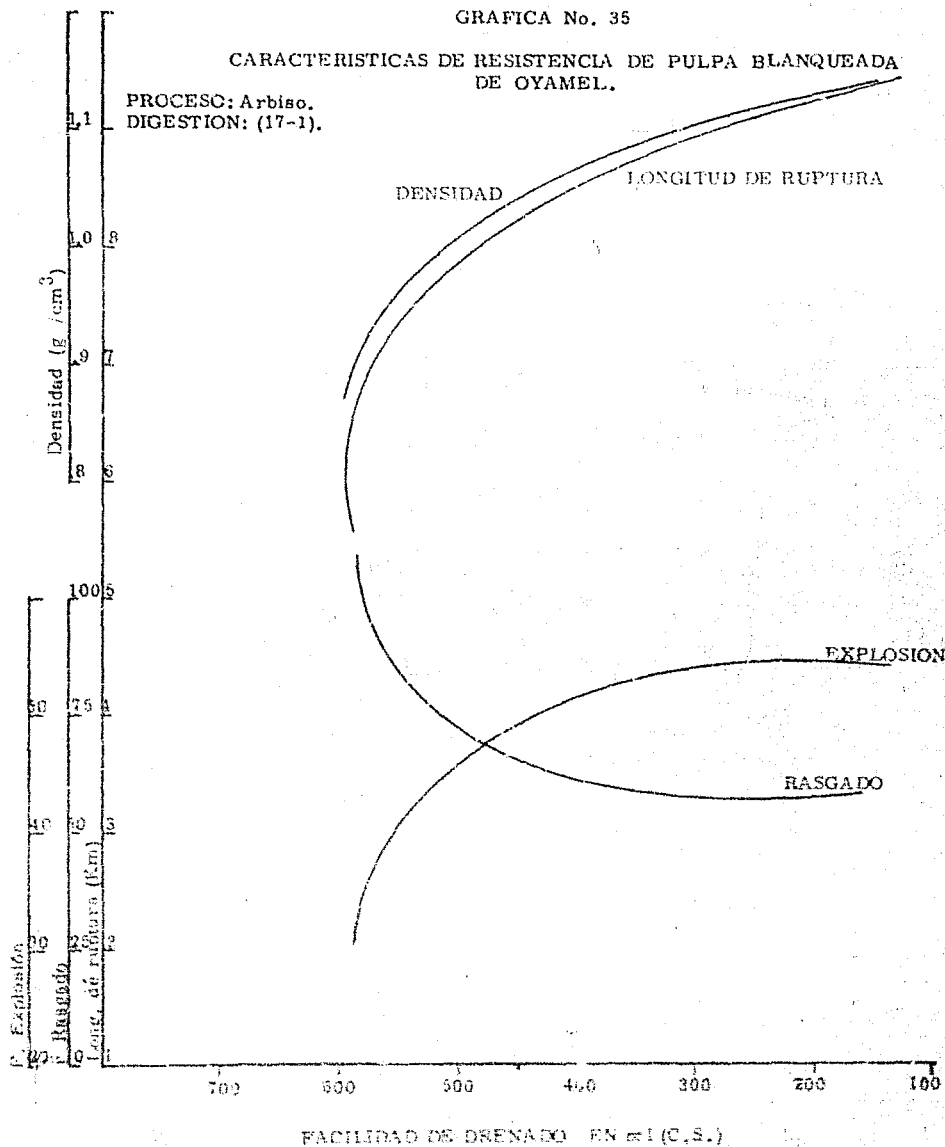
PROCESO: Magnetite  
DIGESTION: (75-2).



GRAFICA No. 35

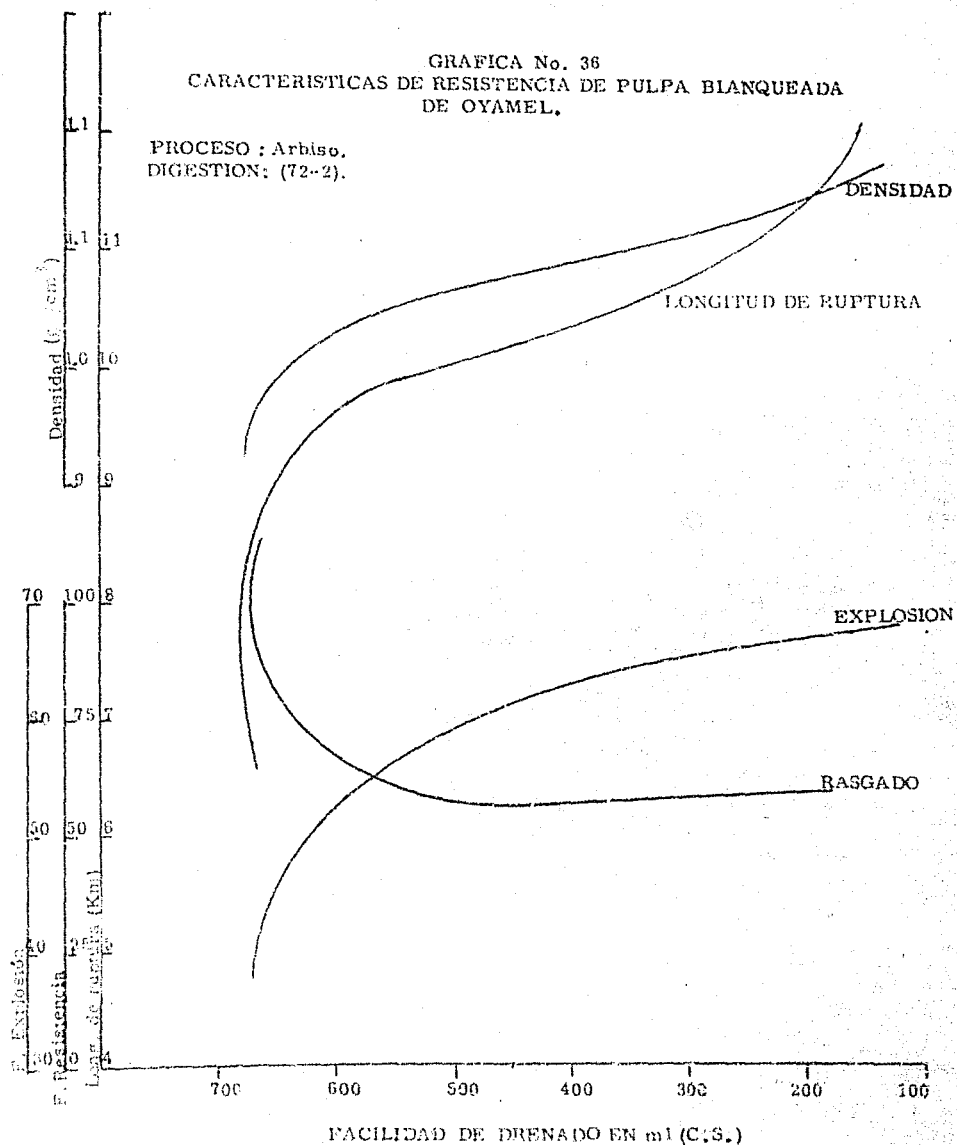
CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE OYAMEL.

PROCESO: Arbisio.  
DIGESTION: (17-1).

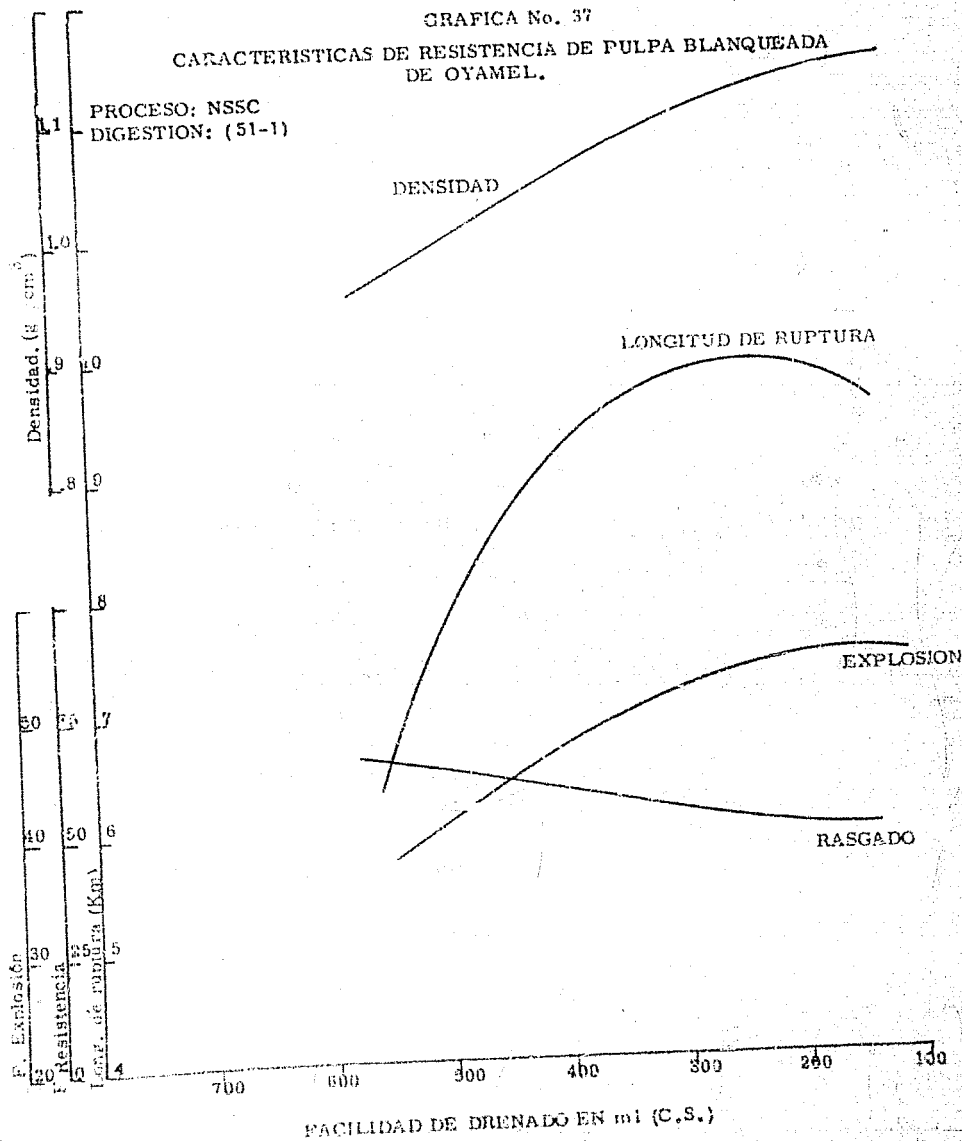


GRAFICA No. 36  
 CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BIANQUEADA  
 DE OYAMEL.

PROCESO : Arbisó.  
 DIGESTION: (72-2).



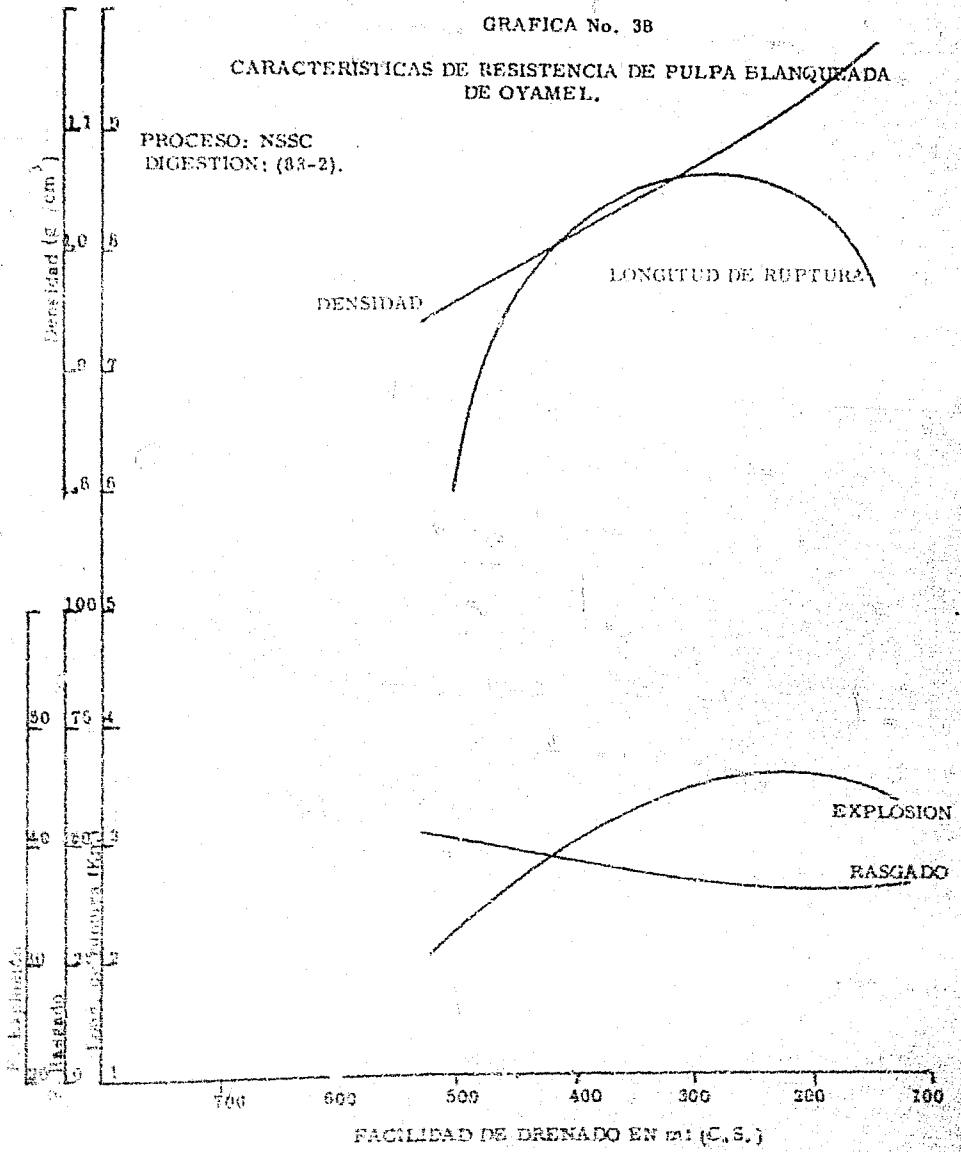
GRAFICA No. 37  
 CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA  
 DE OYAMEL.



GRAFICA No. 38

CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE OYAMEL.

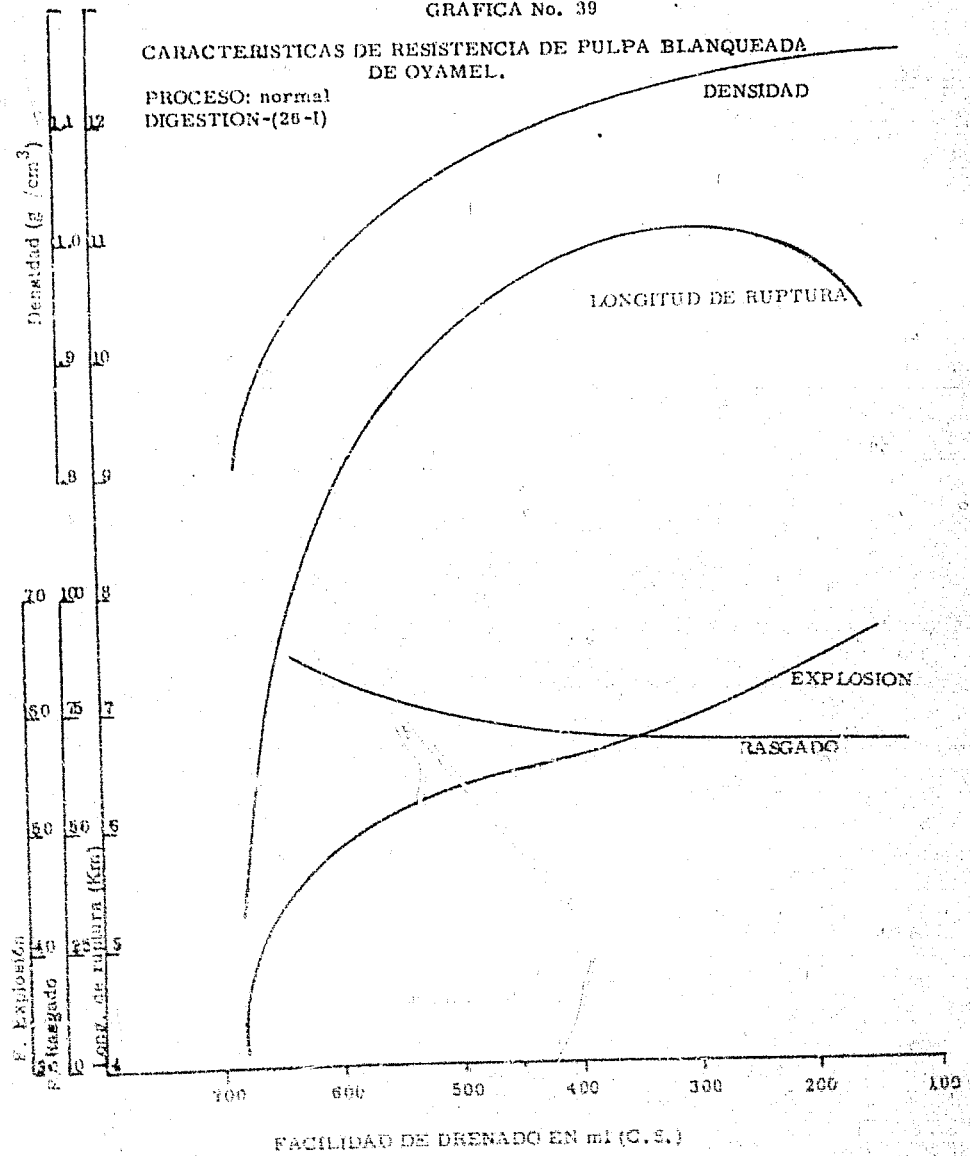
PROCESO: NSSC  
DIGESTION: (0.3-2).



GRAFICA No. 39

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE OYAMEL.

PROCESO: normal  
DIGESTION-(26-1)

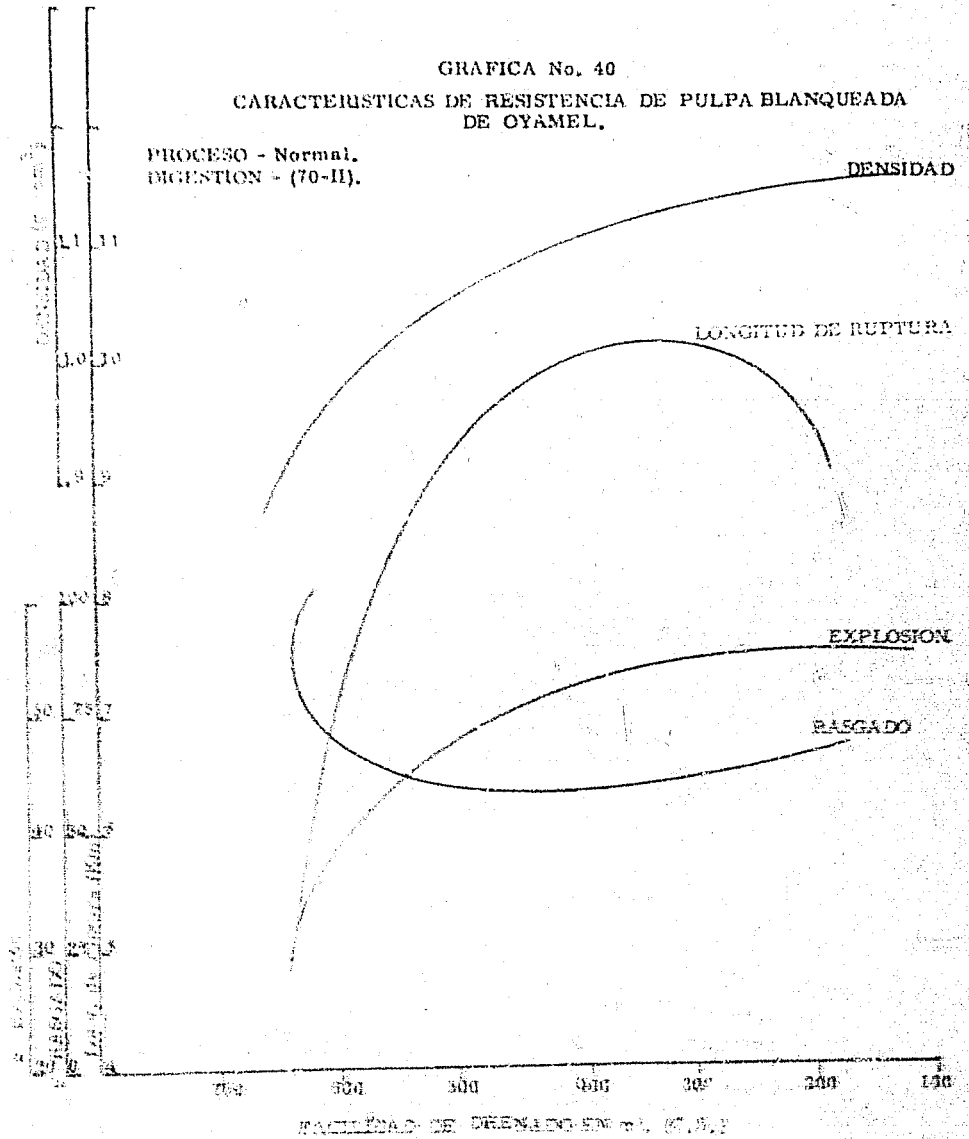




GRAFICA No. 40

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE PULPA BLANQUEADA DE OYAMEL.

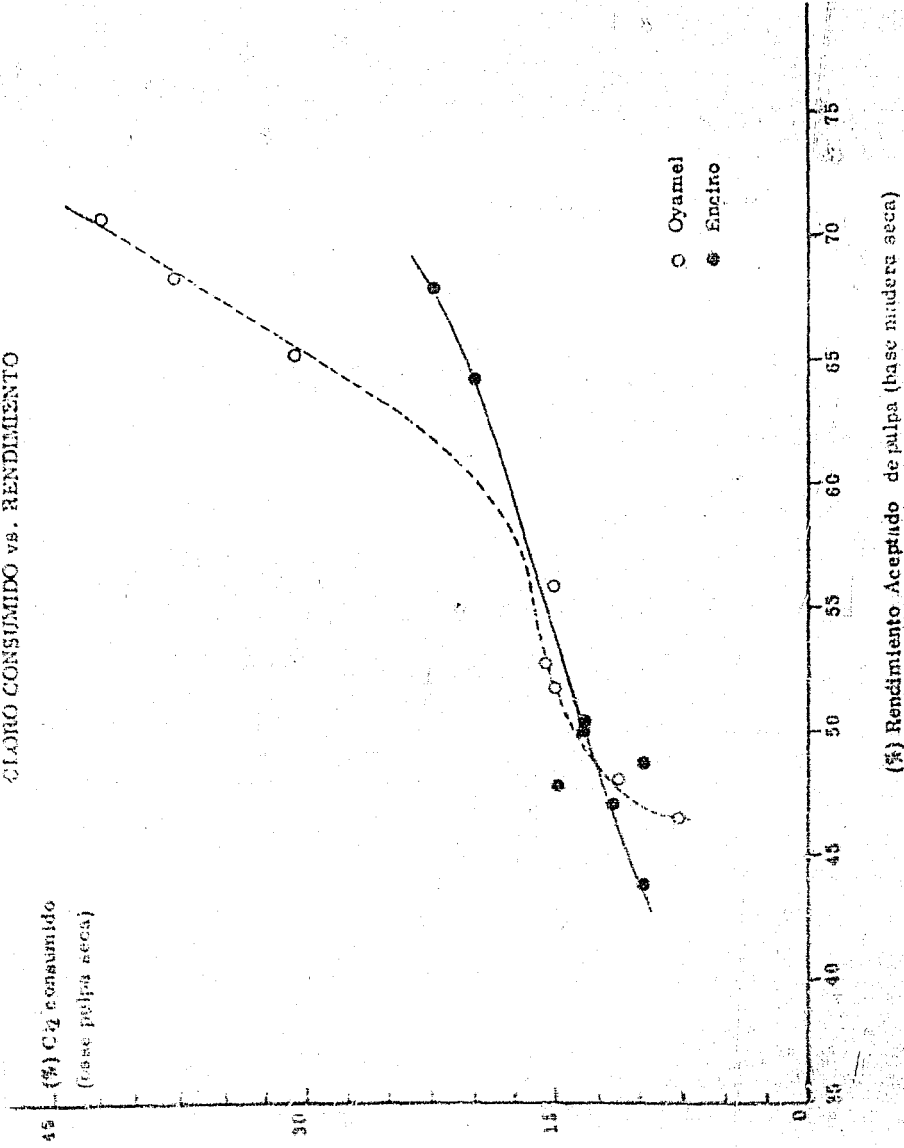
PROCESO - Normal.  
DIGESTION - (70-II).



GRAFICA No. 41

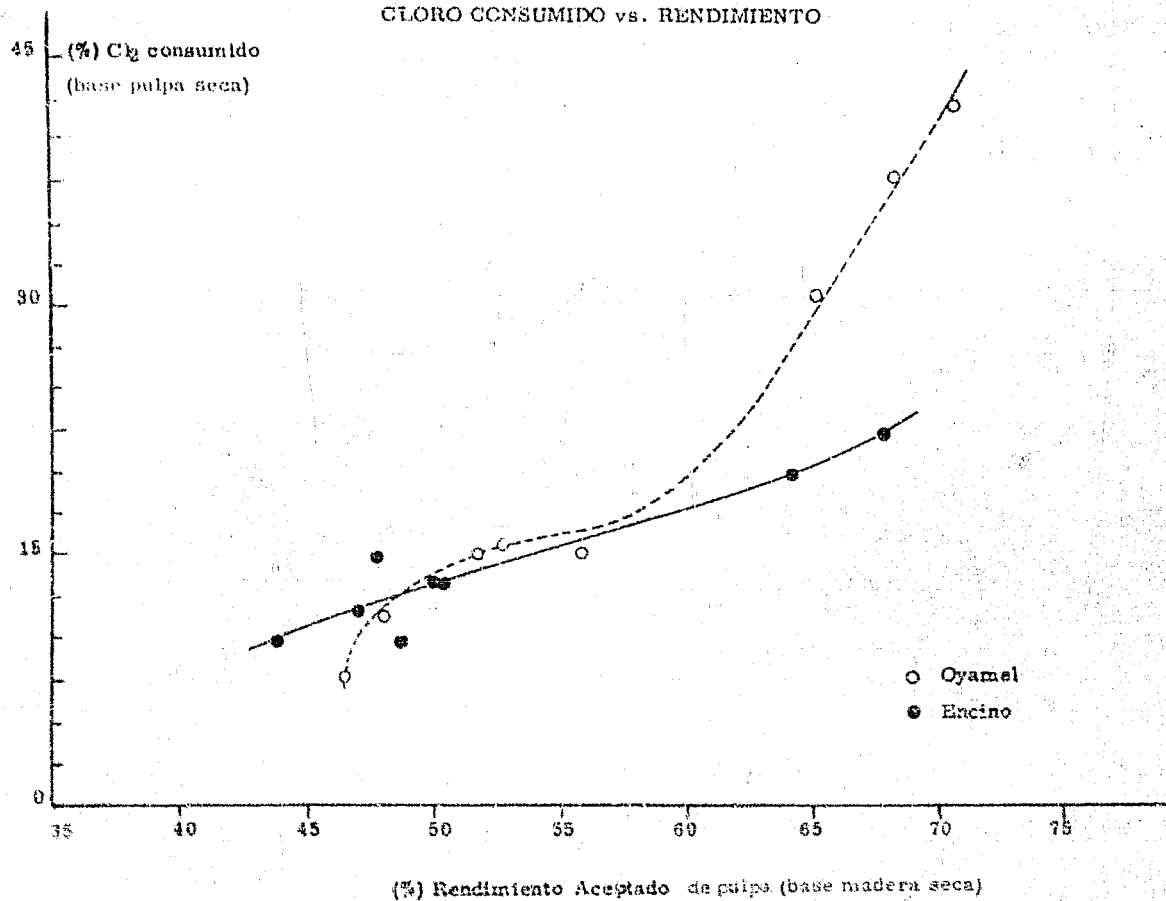
CLORO CONSUMIDO vs. RENDIMIENTO

(%) Cl<sub>2</sub> consumido  
(base pulpa seca)



GRAFICA No. 41

CLORO CONSUMIDO vs. RENDIMIENTO

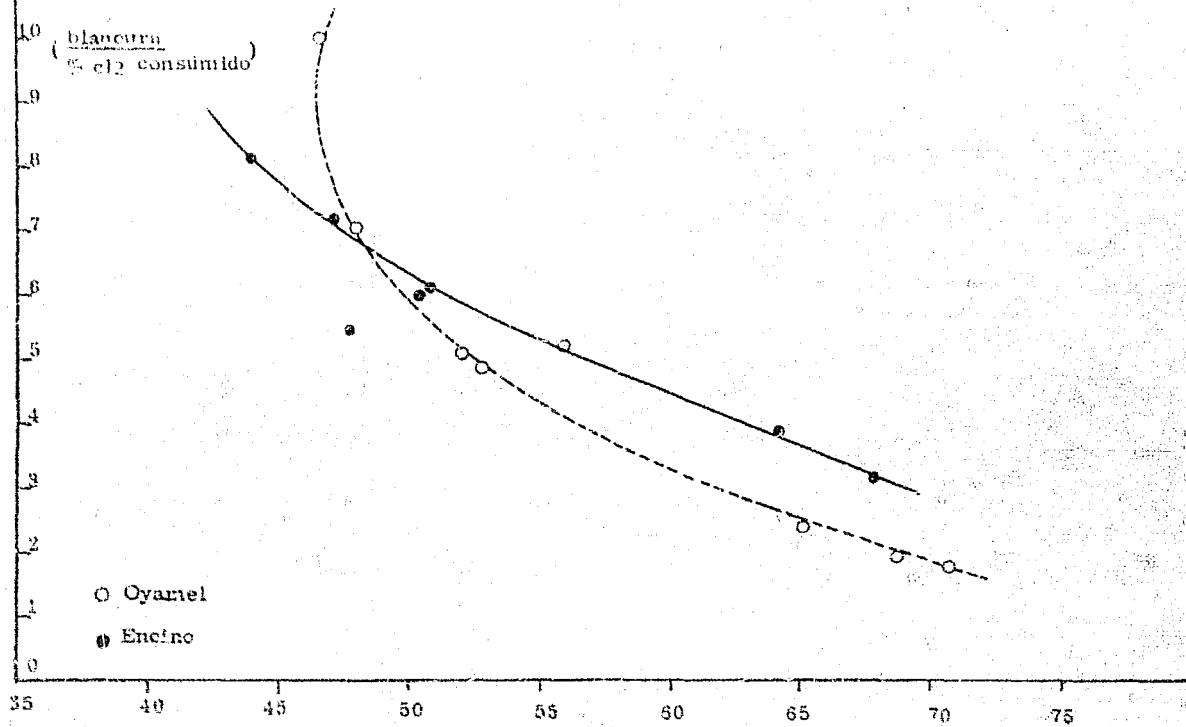


GRAFICA No. 42

FACTOR "F" vs. RENDIMIENTO

Factor "F"

(blancura  
% cl<sub>2</sub> consumido)



○ Oyamel

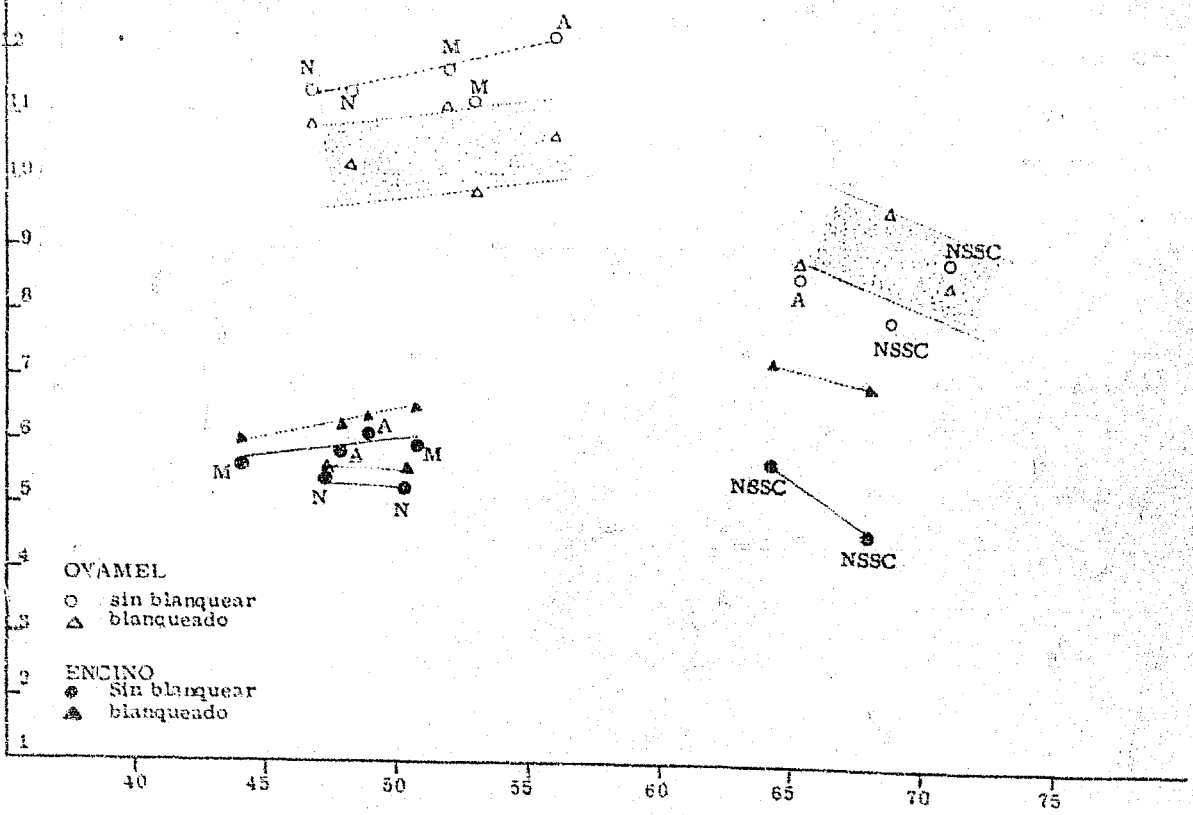
● Encino

(%) Rendimiento Aceptado de pulpa (base madera seca).

GRAFICA No. 43

LONGITUD DE RUPTURA vs. RENDIMIENTO

Longitud de ruptura (Km)



OVAMEL  
 ○ sin blanquear  
 Δ blanqueado

ENCINO  
 ● Sin blanquear  
 ▲ blanqueado

(%) Rendimiento aceptado de pulpa (base madera seca)

GRAFICA No. 44

LONGITUD DE RUPTURA vs pH.

