

**Universidad Nacional de Ingeniería**

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA

QUIMICA Y MANUFACTURERA



**ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE LA INSTALACION  
DE UNA PLANTA DE HARINA DE ALFALFA**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
**INGENIERO QUIMICO**

**JULIO RUIZ MILLONES**

**Lima . Perú**

**1981**

I N D I C E

	Pag.
1.- INTRODUCCION	5
2.- SINTESIS DEL ESTUDIO	6
2.1.- Resumen del estudio.	6
2.2.- Observaciones y conclusiones.	8
3.- ESTUDIO DEL MERCADO	10
3.1.- Estudio de la materia prima.	10
3.2.- Estudio del producto.	17
3.3.- Estudio de la demanda.	23
3.4.- Estudio de la oferta.	26
4.- TAMAÑO Y LOCALIZACION	30
4.1.- Tamaño.	30
4.2.- Localización.	31
5.- INGENIERIA DEL ESTUDIO	40
5.1.- Principios fundamentales del secado	40
5.2.- Tipo de tecnologías-Plantas ,existentes.	49
5.3.- Ensayos e investigaciones	58
5.4.- Factores técnicos.	62
5.5.- Selección de la tecnología.	63
5.6.- Descripción de la tecnología	64
5.7.- Estudio de los equipos:Cálculos.	67
5.8.- Selección del tamaño del secador.	86
5.9.- Especificación de los equipos.	89
5.10- Distribución de planta.	90
5.11- Seguridad industrial.	90
5.12- Mantenimiento del equipo de operación.	93
6.- CONTROL DE CALIDAD	94
6.1.- Control de calidad del producto y materia prima	94
6.2.- Determinación de la humedad	95
6.3.- Determinación de las cenizas.	95
6.4.- Determinación del calcio.	96
6.5.- Determinación del hierro.	97

	Pag.
6.6.- Determinación del extracto etéreo.	99
6.7.- Determinación de la fibra cruda.	99
6.8.- Determinación de las proteínas.	100
6.9.- Determinación de la Riboflamina.	101
6.10- Determinación de la Tiamina.	103
6.11- Determinación del fosforo.	105
6.12- Determinación del caroteno.	107
6.13- Preparación de las muestras.	109
7.- INVERSIONES.	110
7.1.- Activo fijo.	110
7.2.- Capital de trabajo.	110
7.3.- Calendario de inversiones.	111
8.- PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS	112
8.1.- Presupuesto de gastos.	112
8.2.- Presupuesto de ingresos.	113
8.3.- Punto de equilibrio.	113
8.4.- Estado de perdidas y ganancias.	114
8.5.- Flujo de caja.	116
8.6.- Tasa interna de retorno.	116
9.- FINANCIAMIENTO Y ORGANIZACION	120
9.1.- Fuentes y usos.	120
9.2.- Organización.	120
10.- ANEXOS	122
11.- BIBLIOGRAFIA	124

## 1.- I N T R O D U C C I O N

Este estudio técnico económico de la instalación de una planta productora de harina de alfalfa, se ha realizado fundamentalmente debido a las grandes ventajas que ofrece la harina de alfalfa, tanto como alimento concentrado de múltiples usos, como con referencia a la alfalfa fresca. El consumo por parte de los establos de la harina de alfalfa es muy ventajoso, ya que no tendrían que efectuar el transporte de la humedad que contiene normalmente la alfalfa fresca, ni requerir de grandes almacenes para el almacenamiento de la alfalfa fresca en forma de heno, además que en esta última forma la alfalfa ha perdido gran parte de su valor nutritivo, estas ventajas permiten por lo tanto incrementar la productividad de los establos y granjas sin necesidad de incrementar sus costos.

Los planificadores indican que en un futuro no muy lejano el déficit de proteínas se incrementará grandemente, siendo la alfalfa una rica fuente de estas, puede en forma de harina suplir ese déficit y así solucionar el problema del hambre que se agudiza.

Este estudio comprende un estudio de mercado, con sus respectivas proyecciones, un estudio de la actual producción alfalfera nacional, el estudio de la localización de la planta, la parte de Ingeniería, que comprende el diseño del secador, la evaluación de la tecnología más apropiada, además de la especificación de la planta.

Indicamos los métodos a seguir para realizar el control de calidad de la alfalfa fresca y de la harina de alfalfa.

En la parte de el estudio económico se han indicado las inversiones a realizar, se ha calculado el punto de equilibrio, los estados de pérdidas y ganancias y el flujo de caja, de los cuales se ha calculado la tasa interna de retorno ( TIR ). Se ha indicado la forma de financiar esta planta, también se ha tratado respecto a la organización de la empresa.

La planta a instalarse es de gran flexibilidad, pues puede usarse también para secar maíz, sorgos, soya y otros granos, forrajes y hojas.

## CAPITULO 2.- SINTESIS DEL ESTUDIO

### 2.1.- RESUMEN DEL ESTUDIO

El presente estudio demuestra la existencia de una alternativa tecnico-economica para la instalación de una unidad productora de harina de alfalfa de 21600 TM/año.

Los fundamentos que sustentan la alternativa mencionada son los siguientes:

EL MERCADO.- La alfalfa es una planta de fácil cultivo, los requerimientos para este estudio es el de realizar una programación de este cultivo de modo que permita suministrar a la planta de harina de alfalfa, la cantidad de alfalfa necesaria en el momento requerido y cumpliendo los requerimientos de calidad.

La harina de alfalfa es un alimento de alto valor nutritivo, pero debe cumplir ciertas normas de calidad, esta se usa preferentemente como alimento para aves y ganado.

Geograficamente la demanda se encuentra localizada en el departamento de Lima, la demanda insatisfecha para el año 1980 se estima en 33540 TM y para el año 1990 en 58219 TM, esto suponiendo que los productores de alimentos balanceados aumentarán su porcentaje de uso de la harina de alfalfa, al ofrecerse un producto de muy buena calidad. Los productos competitivos son: Harina de pescado (producción inconstante), Harina de sorgo y de soya (deben ser importados).

La harina de alfalfa se venderá a precio inferior que el ofrecido por los actuales productores, se venderá a aproximadamente S/ 30,000 la TM.

LOCALIZACION.- La planta a instalarse estará ubicada en la Ciudad de Virú, Trujillo. Los factores que se han tenido en cuenta para elegir este lugar fueron: Proximidad al mercado, materia prima, sistematización del cultivo, precio de la alfalfa, mano de obra, legislación vigente (incentivos), energía eléctrica, tradición del cultivo de la alfalfa.

La evaluación de las alternativas se han realizado usando el método de la ponderación de factores.

INGENIERIA DEL ESTUDIO.- La desecación implica eliminar un líquido de un sólido por procedimientos termicos. Para la producción de la harina de alfalfa existen dos tipos de tecnologías, llamadas la de baja temperatura y la de alta temperatura. En la primera generalmente se usan secadores de bandeja, son de baja capacidad y operan a menos de 300 C. En la segunda se usan generalmente secadores rotativos, son de alta capacidad y operan a alrededor de 900°C y 500°C. Para la elección de la tecnología más adecuada se han empleado los ensayos realizados por la Universidad de Milan, los cuales han permitido evaluar las plantas por el método de ponderación de factores, siendo la que presenta mayores ventajas las de alta temperatura, especialmente las que presentan secadores triples.

Estas plantas constan principalmente de una cámara de combustión, un alimentador, un secador rotativo de tres cilindros concéntricos, un ventilador de escape, ciclones de separación, un molino de martillos, controles adecuados y motores eléctricos.

La temperatura teórica de llama del petróleo diésel # 2 es para este caso de 1847°C, para el cálculo de el secador rotativo simple, de secado en paralelo, se han realizado balances de entalpías, de humedad, se han hallado el número de unidades de transferencia por zonas en el secador, resultando el diámetro de 1.8m y una longitud de 18.1 metros, para producir 3TM de harina de alfalfa por hora, con una humedad residual de 8%, siendo su equivalente para el caso de un secador de tres cilindros concéntricos, de 2.7m de diámetro por 8.13m de longitud, pero con 50% más de transmisión de calor. La cámara de combustión estará revestida de ladrillos refractarios, el quemador pulverizará petróleo Diésel # 2, necesitando 46.27 GPH, el ventilador de escape desplazará 48912.69 metros cúbicos por hora, siendo accionado por un motor de 8HP, los ciclones serán en número de dos, siendo sus diámetros máximos característicos 208 cm y 148 cm. La harina debe pasar totalmente la malla Tyler # 10, se han dimensionado los ductos, el alimentador es automático. Las variables medidas son las temperaturas de salida y entrada al secador de los gases se secado, y la variable controlada es el calor suministrado al secador.

Se especifica la adquisición de la planta HEIL tipo SD 105-32A, que según la política de la empresa tendrá el siguiente pro-

grama de producción: Primer año 7200 TM; segundo y tercer año 14400 TM(c/año), del cuarto año al décimo: 21600 TM(c/año)..

La planta tendrá una extensión física de 1500 m<sup>2</sup>, se indican las pautas para la seguridad y mantenimiento de la planta.

CONTROL DE CALIDAD.- El control de calidad de la materia prima es muy importante para obtener una harina de calidad de aceptación internacional, el éxito que tenga la empresa se sustentará en la buena calidad de la harina ofrecida. Los análisis fundamentales a realizarse en forma rutinaria son, del contenido de caroteno, de proteínas, contenido de fibra y de humedad, se relatan los métodos químicos a seguir en cada caso.

INVERSIONES.- La inversión total asciende a S/ 94'129,885.5 , de los cuales 31'690,1025 soles corresponde a la inversión fija y S/ 62'439,783 como capital de trabajo, se ha realizado el calendario de inversiones.

Se ha realizado el presupuesto de Gastos e ingresos para el primer año de producción, siendo el costo de fabricación de S/ 108'752,500, los gastos de comercialización: S/33'612,480, el costo administrativo: S/ 3'204,000 , y el costo financiero: S/ 3'385,800.

El punto de equilibrio se da a 1147.3 TM de producción, que equivale a S/ 34'421,993.5 de costo.

Para los seis primeros años de producción se ha realizado el estado de pérdidas y ganancias, y el FLUJO DE CAJA, de este último se ha calculado la tasa interna de retorno, la que resultó ser de aproximadamente de 71.3%, que indica la buena rentabilidad de la planta.

Respecto a la financiación, se estima que los accionistas aportarán el 57.5% de la inversión y el restante una institución financiera que puede ser el Banco Industrial del Perú.

La Empresa a formarse operaría bajo el tipo de empresa privada reformada( con C.I ), teniendo como máximo organismo el Directorio.

## 2.2.-OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.-

Este estudio demuestra la existencia de una alternativa técnico-económica viable a nivel de prefactibilidad para la insta

lación de una planta productora de harina de alfalfa la que estará ubicada en Virú-Trujillo, zona tradicionalmente alfalfera.

La harina de alfalfa que se producirá será de calidad internacional y por lo tanto exportable, esto último es factible ya que existe un mercado internacional de proteínas insatisfecho. De poder colocar este producto en el mercado internacional a buen precio, se estaría elevando el nivel de vida de los agricultores de la zona, ya que es posible pagar un mejor precio por la alfalfa fresca.

La inversión total asciende a \$/ 94'690,1025, el punto de equilibrio se alcanza al producir 1147.3 TM en el primer año y la tasa interna de retorno es de 71.3%, altamente rentable.

En el caso de llevarse a cabo la implementación de este estudio es necesario darle la forma de proyecto definitivo. Realizar estudios sobre lo concerniente a la programación de los cultivos de alfalfa, la que tendrá que realizarse en común con los agricultores de la zona, o estudiar la posibilidad de que la empresa -cuente con terrenos propios y sea ella quien cultive, esto último para la empresa le es más favorable.



## CAPITULO 3 : ESTUDIO DEL MERCADO

### 3.1.- ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA.

El nombre botánico de la alfalfa es el de *Medicago Sativa* - Linneo, y es una planta dicotiledonia de la familia de las legumináceas, género *Medicago*, subfamilia de las papilionáceas.

La alfalfa es el cultivo más extendido en nuestro país. es así mismo por su alto valor nutritivo, palatabilidad y rendimiento - por hectárea la más importante de las plantas forrajeras. Su adaptabilidad es muy grande y así la podemos encontrar hasta 3500 metros sobre el nivel del mar. Da los mejores rendimientos en suelos sueltos y profundos, ligeramente alcalinos, con abundante luminosidad y humedad adecuada. Se adapta muy bien en regiones irrigadas o subhúmedas. Es una planta de clima templado con temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 25°C. Requiere de días largos y es muy sensible a la alta humedad atmosférica. En clima seco con adecuado riego puede contrarrestar altas temperaturas con una gran evaporación.

La alfalfa es un alimento completo no solo por su contenido en proteínas y caroteno, sino también por otros muy importantes elementos que contiene principalmente vitamina K y E, gran cantidad de aminoácidos y minerales.

Es también de incalculable valor en la rotación de los cultivos ya que deja en los suelos altos contenidos de nitrógeno utilizables. Sus raíces sirven de huésped a una bacteria que fija el nitrógeno atmosférico, llamada *Rhizobium Leguminosarum* ó *Bacillus Radicicola*.

Es interesante destacar en este sentido que en el Estado de Nebraska, en los Estados Unidos de Norte-América en la región del Condado de Dawson, la zona de ese país donde existe la mayor densidad de plantas deshidratadoras de alfalfa después de mantener el cultivo durante 4 años, se procede a cultivar durante dos años consecutivos maíz, con un incremento en la producción de hasta el 50%, esto sin el agregado de ninguna clase de abonos.

La alfalfa es además una planta muy longeva aunque en las

explotaciones racionales no se mantenga el cultivo más allá de 4 a 6 años.

En el Perú se encuentran las siguientes variedades:

EN LA COSTA:

- |               |           |
|---------------|-----------|
| San Pedro     | - Pacanga |
| - Santa Lucía | - Reque   |
| - Monsefú     | - Yaragua |

EN LA SIERRA:

- Hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar:
  - Moapa (originaria de USA)
  - Ligüen (originaria de Israel)
- De 2500 a 3500 metros sobre el nivel del mar:
  - Caliverde (originaria de USA)
  - Dupuits (originaria de Francia)
  - Yaragua (PERU)
- De 3000 - 4000 metros sobre el nivel del mar:
  - Atlantic, Rhizoma, Ranger, Búfalo (USA).

COMPOSICION QUIMICA

La composición química de la alfalfa varía con su madurez y calidad del terreno sobre el cual se cultiva.

Los componentes más importantes son los siguientes:

Vitamina A.- La alfalfa es una fuente de beta caroteno (pro vitamina A), la cual se emplea como vitamina anti-infecciosa, antixeroftálmica y protectora de epitelios. El contenido de esta vitamina en la alfalfa es 60 veces más que en el maíz tierno.

Vitamina B<sub>2</sub>.- La alfalfa contiene niacina tanto como el sorgo y el trigo y más que cualquier otro cereal, y Riboflamina tanto como la Leche desnatada.

En lo que respecta a la vitamina B<sub>6</sub> (ácido Pantoténico), su contenido es entre 3 y 5 veces más que cualquier grano común y ligeramente mayor que el de la leche desnatada.

Vitamina B<sub>1</sub>.- Esta vitamina es antineurítica ó antiberibérica, su contenido en la alfalfa es superior al que contiene el maíz, trigo, cebada, sorgo y tanto como la avena.

Vitamina C.- El contenido de ácido Ascórbico en la alfalfa es cuatro veces más que el jugo citrico del limón.

Vitamina E.- Su contenido en alfa-tocoferol es la quinta parte de vitamina E correspondiente a una parte en peso de aceite de germen de trigo.

Vitamina K.- La alfalfa es fuente de vitamina K.

Minerales.- La alfalfa contiene: Calcio, fosforo, magnesio, sodio, cloro, potasio, azufre, silice, manganeso, yodo, hierro, cobre, cobalto, zinc.

Con exepción de la harina de soya, la alfalfa contiene más calcio y potasio que cualquier otro forraje de origen vegetal.

Proteinas.- La alfalfa es una fuente riquisima de proteinas. Siendo el contenido proteico de la alfalfa deshidratada artificialmente muy superior al de los granos cereales.

En la tabla # 1 mostramos analisis quimicos realizados de alfalfa peruana, las cantidades que figuran son promedios.

CUADRO 1 : ANALISIS QUIMICO DE ALFALFA PERUANA(‰ en peso)

COMPONENTES	ALF. FRESCA	ALF. SECA	HARINA DE ALFALFA
humedad	84.43	6.87	2.47
Cenizas	1.09	6.45	10.07
Calcio	0.11	1.47	2.06
Hidratos de C	10.43	60.48	62.03
Fierro	0.001	0.012	0.038
Extracto etéreo	0.38	3.61	3.99
Proteina	3.29	22.49	21.43
Riboflamina	0.00007	0.0001	0.0008
Tiamina	0.0014	0.0011	0.0001
Fósforo	0.0205	0.274	0.265
Caroteno	30873UI	90229UI	160305UI

CUADRO 2 CARACTERISTICAS DE LA ALFALFA FRESCA Y DESHIDRATADA

COMPONENTES	ALF.FRESCA	ALF.SECA AL SOL	HARINA DE ALFALFA
Caroteno	600,000 UI	35.000 UI	238.550 UI
Proteina	10 a 29%	13.0%	24.37%
Fibra	15 a 18%	28.3%	13.74%
Agua(humedad)	75 a 82%	10 a 20%	8.0%

FUENTE: Ewing W RAY " Poultry Nutrition " 4 th,edicion.

W.Ray Ewing Publisher Pasadena (1951) p 716-722

#### COMERCIALIZACION DE LA MATERIA PRIMA

La alfalfa en el Perú es utilizada generalmente de dos formas

A) AL PASTOREO.- Es la que se realiza por consumo directamente - del área cultivada por el ganado y su venta se realiza por contrato.

B) AL CORTE.- Se consume en dos formas: Fresca y henificada.

-Fresca.- como su nombre lo indica,es una alfalfa recientemente cortada y su venta se realiza a través de contratos.

-Henificada.-Es la alfalfa secada por acción del sol.su comercialización se realiza por venta directa a los establos.

#### PROVISION DE MATERIA PRIMA

La materia prima para la planta en estudio es la alfalfa fresca,la cual debe cumplir ciertas especificaciones con el fin de obtener un producto de calidad uniforme.

Actualmente la conducción de las áreas cultivadas se lleva en una mayor parte por pequeños y medianos agricultores,se usa actualmente una tecnología no mecanizada.

La alfalfa actualmente es cultivada para alimentar en su mayoría al ganado vacuno y equino,realizandose esta alimentación usando alfalfa fresca y henificada.

Rigurosamente se recomendaría que los responsables de la planta productora de harina de alfalfarealizar contratos con los conductores de los cultivos de alfalfa de modo tal de dispo

ner de alfalfa en el volumen necesario y a toda epoca. permitien-  
dose programar cortes adecuados en la epoca precisa. tendiendose  
a normalizar la calidad de la materia prima por medio de una  
asistencia técnica adecuada.

Se debe tener en cuenta que cuando se aplica pesticidas -  
se debe dejar pasar 20 dias por lo menos, despues de la aplicación  
por su poder residual. para poder realizar la cosecha y alcanzar  
las tolerancias legales.

Razones económicas y de calidad del producto determinan -  
que la maxima distancia entre la planta deshidratadora y el cul-  
tivo de alfalfa no exceda de 16 a 20 Kms, dependiendo de la velo-  
cidad de transporte y del costo de este. ya que el alto contenido  
de humedad de la alfalfa fresca encarece el transporte a mayores  
distancias y conforme pase el tiempo despues de cortada la alfal-  
fa esta va perdiendo proteínas y vitaminas.

Personal de la planta de harina de alfalfa debe realizar  
la cosecha con máquinas cosechadoras-picadoras y llevarse rapi-  
damente a la planta. debiendo tener en cuenta el momento preciso  
para realizar el corte. el siguiente cuadro muestra la influencia  
del estado de madurez de la alfalfa con respecto al rendimiento  
en heno. % de hojas. % de proteínas y total de proteínas producidas  
por hectareas.

CUADRO 3 : INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ DE LA ALFALFA

ESTADO DE MADUREZ	Rendimiento heno seco Tn/Ha	Hojas en %	Proteinas sin materia seca %	Total de protef- nas kg/Ha
Botón floral	5.41	53.4	19.78	1 075
1/10 floración	6.53	51.1	18.92	109
Floración total	6.77	48.4	17.63	1.071
Semillado	5.90	41.6	16.04	849

Fuente: "Dehydrated Alafalfa" Boletin 409 Kansas State College  
April 1959

Ideal sería efectuar el corte en el estado de botón flo-  
ral. pues existe un mayor porcentaje de hojas y proteínas, pero no  
se puede realizar el corte en este estado porque se afecta el vi

gor y la sanidad de la alfalfa. Por lo que se debe efectuar el corte a 1/10 de la floración. pues es el mejor estado para el corte., Si éste es hecho muy tarde, se incrementa el porcentaje de fibra (celulosa).

#### LOCALIZACION Y EVOLUCION DE LA PRODUCCION:

La producción de la alfalfa en el Perú tiene ciertas variaciones, debidas principalmente a las variaciones climatológicas.

En el cuadro N° 3, se muestra la producción de alfalfa en el Perú en los últimos 10 años.

En el cuadro N° 4, aproximadamente el 35% de la producción corresponde a la región de la costa.

La producción y evolución de la alfalfa por departamentos se muestra en el cuadro N° 5. En este cuadro se observa que la producción de la alfalfa se mantuvo aproximadamente constante en los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Ayacucho. Existe una producción que tiende a crecer en los departamentos de Ica, Moquegua, Tacna y Ancash (Sierra). Tiende a decrecer la producción en los departamentos de Ancash (Costa), Lima, Callao y Arequipa.

CUADRO N° 4: EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE ALFALFA EN EL PERU

AÑO	PRODUCCION EN TM
1978	6'321,102
1977	6'102 897
1976	6'250 720
1975	5'897 063
1974	6'253 031
1973	6'247.160
1972	5'970,611
1971	6'345,770
1970	6'142,285
1969	5'573.990
1968	5'517 662

Fuente: Ministerio de Agricultura Estadística Agraria - OSEI  
+ La Estadística del año 1979. aún no ha sido publicada

CUADRO Nº 5: LOCALIZACION Y EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE AL FALFA EN LOS DEPARTAMENTOS DE MAYOR PRODUCCION TM

N O R T E								
AÑO	LAMBAYEQUE		LA LIBERTAD					
	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA				
1978	255,170 TM	1,680	221,129	71,310				
1977	257,270	1,720	216,410	69,200				
1976	252,000	1,600	202,500	70,000				
1975	252,000	1,600	200,475	70,000				
1974	260,000	1,600	204,750	70,000				
1973	260,000	1,600	231,840	66,500				
1972	260,000	1,600	232,866	64,750				
1971	258,560	1,500	258,520	57,750				
1970	257,950	1,815	271,680	57,750				
1969	217,250	1,980	316,400	62,000				
1968	194,510	1,920	291,200	75,200				

C E N T R O								
AÑO	ANCASH		HUANCAVELICA		ICA	LIMA Y CALLAO		
	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA
1978	95,500	975,400		115,000	178,400	9,500	294,000	707,300
1977	97,300	1027,000		102,500	176,200	9,700	286,300	710,200
1976	90,000	1056,000		112,000	171,600	9,600	292,500	697,500
1975	106,260	880,000		89,600	125,400	7,680	321,600	706,500
1974	76,500	616,000		116,000	132,000	8,448	328,300	717,300
1973	96,000	895,000		112,000	138,000	8,800	325,000	713,250
1972	90,000	888,000		104,000	136,200	8,800	335,400	633,600
1971	126,000	864,000		102,000	159,250	6,900	300,000	680,000
1970	138,000	825,600		99,000	147,200	8,400	320,000	592,000
1969	162,500	742,500		90,000	107,250	9,000	283,500	493,200
1968	126,000	645,000		96,000	112,000	6,000	310,000	486,500

S U R

AÑO	AREQUIPA		AYACUCHO		MOQUEGUA		TACNA	
	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA	COSTA	SIERRA
1978	791,200	875,000	---	760,000	81,210	196,400	310,000	269,100
1977	750,000	860,500		740,000	70,618	225,600	305,420	270,211
1976	720,000	855,000		768,000	73,728	218,520	318,345	256,315
1975	720,000	859,500		640,000	92,160	273,150	416,700	277,780
1974	856,200	900,000		648,000	65,500	185,150	271,000	205,800
1973	828,000	904,500		648,000	70,000	185,850	272,000	194,100
1972	817,800	820,000		632,000	65,000	176,605	237,600	187,200
1971	801,600	1'338,000		620,000	60,000	150,000	169,480	146,750
1970	786,000	1'260,000		624,000	64,800	125,000	167,200	137,500
1969	720,000	1'128,000		544,000	62,000	110,000	157,500	125,000
1968	833,000	1'110,000		514,800	44,800	125,000	168,000	122,500

Fuente: Estadística Agraria Ministerio de Agricultura Oficina Sectorial de estadística e informativa OSEI

### 3.2 ESTUDIO DEL PRODUCTO:

La harina de alfalfa es un producto de color verde brillante que se obtiene como resultado de la deshidratación y molienda de la alfalfa fresca, reduciéndose la humedad de ésta de aproximadamente 80% hasta un 8% como máximo. El producto final obtenido tiene un aspecto granulado y presenta como características fundamentales las de mantener inalterables sus componentes nutritivos, tales como las proteínas y el caroteno y otras vitaminas.

Las ventajas de este producto en comparación a la alfalfa secada al sol se puede ver en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 6: COMPARACION ENTRE LA ALFALFA SECA AL SOL Y DESHIDRATADA

COMPONENTES	ALFALFA SECADA AL SOL (HENO)	HARINA DE ALFALFA (DESHIDRATADA ARTIFIC.)
Caroteno (Vit.A)	35,000 UI	238,550 UI
Proteinas	13.0 %	24,37 %
Fibra	28.3 %	13.74 %
Humedad	10 a 20%	8.17 %

Fuente: Merchants' Exchange de St. Louis, E.U.A.  
Catálogo de la Firma Heil



Anotamos que las cifras dadas en el cuadro N° 6, pueden variar, dependiendo esta variación principalmente del tipo de sue lo, variedad de la alfalfa utilizada, época de corte, forma de la deshidratación y manipuleo.

De acuerdo con los reglamentos comerciales de la Asociación Americana de Deshidratadores, la clasificación de los tipos de harina de alfalfa es la siguiente:

1. Harina de alfalfa con 13% de proteínas, fibra cruda no más de 35%
2. Harina de alfalfa con 15% de proteínas, fibra cruda no más de 30%
3. Harina de alfalfa con 17% de proteínas, fibra cruda no más de 27%
4. Harina de alfalfa con 20% de proteínas, fibra cruda no más de 22%
5. Harina de hoja de alfalfa, fibra cruda no más de 18%

#### ESPECIFICACIONES:

Los requerimientos de la calidad de la harina de alfalfa se muestran en el cuadro N° 7.

Del cuadro N° 7, se puede inferir que cumpliendo con los requisitos de corte apropiado y secado que no degrade, el valor nutritivo de la alfalfa se cumple con las normas de calidad establecidas por el mercado internacional.

CUADRO N° 7: ESPECIFICACIONES DE LA HARINA DE ALFALFA

COMPONENTES	NORMA COMERCIAL DEL MERCADO EXTERNO	HARINA DE ALFALFA
Caroteno	100.000 UI (1)	238.550
Proteína	17.0 %	24.37 %
Fibra		13.74 %
Humedad	8 %	8 %
Grasa	1.5 - 3%	1.5 - 3%

Fuente: Catálogo de la Firma Heil

Del cuadro N° 7, en lo que se refiere a la harina de alfalfa se puede observar que ésta sí es producida con los requisitos de materia prima de calidad, se obtiene como mínimo los valores indicados en la tabla con los cuales se cumple con las normas de calidad establecida por el mercado internacional.

## GENERALIDADES SOBRE LOS COMPONENTES DE VALOR EN LA HARINA DE ALFALFA

VITAMINA A.- La harina de alfalfa es una fuente rica de vitamina A, por lo que se usa en la alimentación de las aves y ganado en general. La mejor clase de harina de alfalfa contiene hasta 60 veces más cantidad de vitamina A que el maíz tierno.

VITAMINA B<sub>1</sub> (Tiamina).- La harina de alfalfa contiene mas vitamina B<sub>1</sub> que el maíz, sorgo, cebada y trigo, y casi tanto como la avena.

VITAMINA B<sub>2</sub> (Riboflamina).- La harina de alfalfa es una fuente de vitamina B<sub>2</sub>. Las mejores calidades de harina contienen tanto como la leche desnatada en polvo.

VITAMINA C (Acido Ascorbico).- La harina de alfalfa tiene vitamina C, en menor cantidad que la alfalfa fresca, pero esta cantidad es considerable.

VITAMINA E (Alfa-Tocoferol).- La harina de alfalfa es rica en alfa-Tocoferol, contiene la quinta parte de vitamina E correspondiente a una parte equivalente en peso de aceite de germen de trigo.

VITAMINA K.- La harina de alfalfa contiene vitamina K

COLINA.- La harina de alfalfa contiene colina tanto o más que los granos comunes.

NIACINA.- La harina de alfalfa contiene aproximadamente la misma cantidad de niacina que el sorgo y el trigo y una cantidad de niacina mayor que cualquiera de los otros cereales.

ACIDO PANTOTENICO.- La harina de alfalfa está entre las fuentes mas ricas de ácido pantoténico. Contiene tres a cinco veces más ácido que los granos comunes y un contenido ligeramente mayor que la leche desnatada en polvo y la misma cantidad de ácido que contiene el suero de mantequilla.

MINERALES.- La harina de alfalfa contiene una gran cantidad de minerales tales como: Calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro, potasio, azufre, silicio, manganeso, yodo, hierro, cobre, cobalto, zinc. Contiene mas calcio que los forrajes comunes de origen vege

tal, y más potasio que cualquiera de los forrajes comunes de origen vegetal o animal, excepto en el caso de la harina de soya

PROTEINAS.- La harina de alfalfa además de suministrar las vitaminas y minerales esenciales para la alimentación normal de un ser humano o animal, contribuye con nutrientes digestibles y proteínas.

Proporciona del 30 al 40% de nutrientes digestibles del total suministrado por los diversos granos y del 35 al 70% más de proteínas para una proporción equivalente en peso de granos. En alimentos balanceados, la proteína de la alfalfa deshidratada o harina de alfalfa tiene un valor muy superior a la proteína de granos cereales.

La harina de alfalfa contiene mas o menos la misma cantidad de Argirina que la leche desnatada en polvo y casi la misma cantidad de Lisina que el suero en polvo. contiene dos veces más metionina y cistina que cualquiera de los granos de cereales.

Un promedio de los elementos nutrientes de la harina de alfalfa con un contenido apx. de 17% de proteínas se da en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 8: COMPOSICION QUIMICA PROMEDIO DE LA HARINA DE ALFALFA

VITAMINAS	mg/lb.	PPM	MINERALES	PPM	AMINOACIDOS	%
Vitamina A	125,000	UI	Mn	29	Treonina	0.8
Beta-Caroteno	72.95	162.2	P	2355	Triptófano	0.4
Xantófilas	116.9	25.5	Zn	16	Metionina	0.2
Rivoflamina	5.59	12.31			Licina	0.8
Niacina	20.8	48.82	K	29900	Arginina	0.7
Colina	689.2	1518	Cu	9.9	Glicina	0.9
Ac. Pantoténico	13.61	30.0	Se	0.6	Histidina	0.4
Vitamina E	58.1	128	Ca	13,300	Isoleucina	0.7
Ac. Fólico	0.95	2.1	Fe	464	Leucina	1.3
Bentamina	2180	4806	Cl	4650	Fenil.Alum	0.8
Prixoxidina	2.86	6.3	Mg	2900	Tiroxina	0.5
Vitamina K	3.95	8.7	I	0.15	Ac. Aspartico	1.9
Tramina	1.5	3.5	Na	860	Ac. Glutámico	1.7
					Alanina	0.9
					Prolina	0.5
					Cerina	0.7
					Valcina	0.9
					No recuperado	66.2

Esta harina de alfalfa con aproximadamente 17% de proteínas, contiene aproximadamente lo siguiente:

Humedad	8 %
Grasa (Extracto étereo)	3 %
Fibra cruda	25 %
Cenizas	8.9%

No incluye la contribución de triptófano

Fuente: PALAX (Pacific Export Corporation)

### USOS

La harina de alfalfa se utiliza en forma directa como insumo de los alimentos balanceados para aves, ganado vacuno y porcino.

El consumo directo en forma pelletizada tiene gran difusión en países de gran desarrollo económico.

Es muy notable hacer saber que el análisis bromatológico indica que es apta para la alimentación humana. Debido a que las estadísticas indican que para un tiempo no muy lejano un gran déficit alimentario y teniendo en cuenta la gran riqueza de elementos nutrientes de la harina de alfalfa, así como el fácil cultivo de la alfalfa, se puede avisorar que la harina de alfalfa está llamada a formar parte de las raciones del futuro. Sea como ayuda a las zonas poblacionales en crisis alimentaria y como alimento diario.

El uso de la harina de alfalfa en la alimentación según M. E. MC Cullough de la Universidad de Georgia son múltiples.

### EN LA INDUSTRIA AVICOLA:

La harina de alfalfa contiene Xantófilas y factores no identificados necesarios para el desarrollo embrionario y para dar estructura y el color normal de las plumas de las aves. El pigmento amarillo en las piernas, picos y piel de los pollos, es debido a las xantófilas.

Se ha encontrado que un contenido del 5% o más de harina de alfalfa en la alimentación de las aves, produce una coloración

completa en las piernas y piel de las aves, conviene mencionar que esta coloración es altamente apreciada por el consumidor.

En los Estados Unidos el contenido de harina de alfalfa en el alimento para pollos es de aproximadamente en término medio del 6%, siendo el máximo de 10%. En el alimento para pavos, el consumo máximo de harina de alfalfa es de 12% y como promedio usual se emplea un 8%.

En cambio en el Perú actualmente se usa un promedio muy bajo aproximadamente de un 1% en los alimentos compuestos para pollos, según los productores de estos alimentos, no usan un porcentaje mayor debido a la mala calidad del producto (exceso de fibra).

#### EN LA GANADERIA:

La mayor utilización de la harina de alfalfa es en las raciones para ganado vacuno, esto especialmente en los países que cuenta con explotaciones ganaderas extensivas como; Estados Unidos, Holanda, Gran Bretaña, Suiza, Francia, etc.

Este producto se usa principalmente en los meses de invierno y está orientada a completar las deficiencias nutritivas de los pastos naturales.

El Doctor Beeson del departamento de veterinaria de la Universidad de Puerdue (EE.UU), opina que los resultados obtenidos de alimentar a vacunos con 0.25 a 1 kg. de pellets de alfalfa por día fueron:

Provee el 17% de proteínas con un gran contenido de aminoácidos, para suplir los recursos no proteicos como; Urea, amidas y amoniaco.

Provee mas de 10,000 UI de vitamina A, equivalente al mínimo requerido por ganado alimentado.

En las vacas en gestación se requiere un mínimo de 0.35 Kg. por cabeza al día, para suplir las necesidades de 30,000 UI de vitamina A.

Es un excelente alimento que posee fósforo, potasio, calcio, etc.

Posee elementos esenciales para la vida animal como: Hierro, cobre, manganeso, molibdeno, yodo, cobalto, vestigios de níquel, estroncio, plomo, paladio.

Contiene además factores no identificados necesarios pa-

ra el crecimiento, la estimulación e incremento de las actividades bacteriales del Rumen.

Además, agrega un color verde a los alimentos balanceados que da una buena vista desde el punto comercial.

En el ganado porcino, la harina de alfalfa se usa en un porcentaje que va del 2.5 a 3% del total de la mezcla usada en la alimentación de este ganado en la etapa de crecimiento, para la alimentación de reproductores se usa la harina de alfalfa en porcentaje aproximado del 10% de la mezcla alimenticia o ración.

En general, se usa como ración de alto contenido de proteínas, vitaminas y factores no identificados que aceleran el crecimiento y mejoran el estado sanitario de los animales.

#### CONSERVACION DEL PRODUCTO:

Para la conservación de la calidad del producto o sea para mantener inalterada la calidad del producto durante su almacenamiento necesario tener en cuenta la oxidación que puede sufrir el producto, oxidación que sufren los alimentos en general, por lo que, en algunos casos se almacenan en atmosferas inertes o inhibidoras de la oxidación. También es lo más usual adicionar a la harina de alfalfa un antioxidante, siendo el más aceptable el llamado "Santoquin" (1,2-Dihidro-6-Hetoxi-2,2,4-Timotil-Quinoline), este se agrega antes de la molienda. Según la Comisión de alimentos y drogas de los EE.UU., la cantidad máxima permitida de Santoquin que se puede agregar no debe sobrepasar los 150 ppm - con un error de  $\pm$  0.15%.

Además de las ventajas que tiene la harina de alfalfa existen otras como la que permite cosechar a la alfalfa en el estado en que posee su mayor valor nutritivo, permite un cultivo racionalizado y óptimo de la alfalfa y tener siempre un forraje rico en componentes nutritivos. Esto último permite tener una ganadería que no sea dependiente de los pastos naturales o de pastos que dependan de las lluvias.

### 3.3 - ESTUDIO DE LA DEMANDA

En el cuadro 9 se indica la cantidad de harina de alfalfa

utilizada en el país, como insumo en la elaboración de alimentos balanceados, se observa que es muy baja comparada con los porcentajes de utilización de otros países ya comentados anteriormente.

Su utilización según los fabricantes de alimentos balanceados está relacionado al valor nutritivo y al precio, y su porcentaje de utilización aumentaría hasta un 4% aproximadamente sobre el producto terminado de aumentar su calidad y de venderse a un precio adecuado.

En relación con el mercado internacional se tiene conocimiento de que el mayor comprador de harina de alfalfa es el Japón siendo los EE UU de Norteamérica el mayor exportador.

En los EE.UU existe una aparente inestabilidad en el volumen de harina de alfalfa disponible para la exportación, debido a que la producción de alfalfa fresca es estacional y el tiempo de corte es relativamente corto y además existe variaciones en el precio de la harina de alfalfa en el mercado interno.

En base a lo anterior se estima que existe posibilidades en el mercado internacional para colocar harina de alfalfa pelletizada, tal introducción del producto al mercado internacional, esta condicionada a la calidad de la harina producida y a lograr bajos costos de producción, que permita a la empresa colocar el producto a los precios internacionales establecidos. Esto se ve incentivado con las actuales facilidades que está prestando nuestro gobierno para la exportación de artículos no tradicionales ( Certex ).

En el cuadro 9 se observa que conforme ha pasado el tiempo el porcentaje de uso de harina de alfalfa ha ido disminuyendo y esto se debe preferentemente a la mala calidad de esta ( Un gran exceso de fibra ) y al no aumento en su producción.

#### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA DEMANDA

El 99% de la producción de harina de alfalfa es absorbida por las plantas productoras de alimentos balanceados existentes en Lima, siendo las principales: Purina Perú S.A; Nicolini Hnos S.A; Alimentos Vitasa S.A; Molinos Takagaki S.A; Agrobal S.A ; Compañía Molinera Santa Rosa S.A; Nutrimentos Camino; Molindustrias S.A

CUADRO 9 UTILIZACION DE LA HARINA DE ALFALFA EN LA FABRICACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS

AÑOS	PRODUCCION DE ALIM.BALAN.(TM)	UTILIZACION DE HARINA DE ALFALFA(TM)	% DE UTILIZACION
1968	340,948	5783	1.68
1969	301,556	4254	1.31
1970	366,822	5021	1.37
1971	461,061	4222	0.91
1972	597,902	3721	0.62
1973	572,136	3811	0.67
1974	653,788	3979	0.61
1975	706,520	4710	0.67
1976	789,810	5389	0.68
1977	842,210	5890	0.70
1978	876,220	5980	0.68

Fuente: Estadística Agraria.

CUADRO 10 : PROYECCION DE LA DEMANDA DE HARINA DE ALFALFA EN BASE A LA PROYECCION DE LA DEMANDA DE ALIM.BALANCEADOS

AÑOS	PRODUCCION DE ALIM.BALAN.(TM)	PRODUCCION DE HARINA DE ALF.EXIST.	DEMANDA INSATISFECHA	DEMANDA TOTAL = TM
1980	1026,004	7.500	33540	41040
1981	1087,701	7,500	36008	43508
1982	1149,399	7,500	38476	45976
1983	1211.096	7.500	40944	48444
1984	1272,793	7,500	43412	50912
1985	1334,490	7.500	45880	53380
1986	1396.188	7.500	48347	55847
1987	1457.885	7 500	50815	58315
1988	1519 588	7,500	53283	60783
1989	1581,279	7,500	55751	63251
1990	1642.977	7,500	58219	65719

Cuadro elaborado por el autor en base a los datos del cuadro 9 ver anexo 1.

Se puede decir sin equivocación que la demanda se encuentra ubicada en la zona de Lima-Callao.



### PROYECCION DE LA DEMANDA

Tomando en cuenta la producción de alimentos balanceados - del cuadro 9, observando que la mejor estimación de la demanda la va a dar una línea recta, es que se ha proyectado la demanda trazando una recta usando el método de mínimos cuadrados, explicado en el anexo 1, con esta línea de proyección es que se ha -- confeccionado el cuadro 10, en este cuadro se ha considerado la producción de las plantas existentes de harina de alfalfa según datos proporcionados por la estadística del Ministerio de Agricultura de 7500 TM/año, siendo la demanda total el 4% de la producción de alimentos balanceados y la demanda insatisfecha la diferencia de la demanda total y la que cubrirían las existentes

Esta demanda insatisfecha es la que cubriría nuestra planta productora de harina de alfalfa en estudio. Esto teniendo en cuenta que las plantas existentes no tienen planes de expansión debido a que el consumo de la harina de alfalfa de mala calidad que actualmente producen no tiene muy buena aceptación, como nuestro producto va a cumplir los requisitos de calidad internacional, entonces es que se prevee un incremento de consumo ( % de utilización = 4% ).

### 3.4.- ESTUDIO DE LA OFERTA

#### EMPRESAS COMPETITIVAS

Mediante el Directorio de la Sociedad Nacional de Industrias y con información de particulares se ha podido identificar a tres empresas productoras de harina de alfalfa, siendo estas las siguientes:

- Industrias San Pedro S.A.      En Cañete.
- Industrias Vitalfa              En Chimbote
- Adolfo Cabrera Manzur        En Huacho,

Siendo la primera, la única inscrita en la S.N.I, teniendo oficinas en Lima, estudios hechos en la oficina de estadística del Ministerio de Agricultura demuestran que no es abundante la materia prima en los lugares donde están ubicadas estas plantas, que no trabajan con cultivos sometidos a corte de 1/10 de floración y en forma programada, sino que usan alfalfa en el estado

de floración total o en madurez lo que hace que la harina producida presente un exceso de fibra, baja cantidad de proteínas y vitaminas, y además usan alfalfa cortada de hasta varios días antes, esta obviamente ha perdido ya la mayor parte de sus vitaminas, en general no existe el cuidado necesario en lo que respecta a la materia prima lo que hace que la calidad sea mala, por lo que no es preferida por los productores de alimentos, balanceados.

#### PRODUCTOS COMPETITIVOS

Los principales productos competitivos de la harina de alfalfa en lo que respecta a la formulación de un alimento balanceado son fundamentalmente, la Harina de soya, harina de pescado y el sorgo. Estos son los más importantes pues poseen un alto porcentaje de proteínas.

la mayor parte de harina de soya es importada, similarmente ocurre con el sorgo, la mitad de su consumo es importado, por lo que en el futuro un incremento de estas importaciones no es recomendable para el ahorro de divisas y lo que es más una independencia de estos insumos extranjeros, especialmente de la soya que es un insumo muy apreciado.

En lo que respecta a la harina de pescado, se tiene que indicar que su producción no es constante, esto debido a las restricciones impuestas por nuestro gobierno para proteger a la anchoveta de su desaparición de nuestro litoral. La inclusión de un exceso de harina de pescado en la alimentación de aves y ganado tiene el problema de cambiar el sabor de sus carnes, dándoles un gusto a pescado, sabor que no es deseable por el consumidor y además incluye ciertos problemas de sanidad animal. Siendo esta la principal desventaja entre las proteínas de origen animal, las proteínas de origen vegetal no son tóxicas y de fácil digestión por el animal, además dan un sabor agradable a las carnes.

Por todo lo antes expuesto se prevee la factibilidad de la instalación de la planta en estudio.

### COMERCIALIZACION:

Actualmente la comercialización de la harina de alfalfa se realiza directamente del productor al consumidor.

Nuestra Planta en estudio tendría oficinas en Lima, las que se encargarían de ofrecer el producto a los centros de consumo o Plantas de alimentos balanceados, esto al por mayor. También estas oficinas estarían en capacidad de abastecer en cantidades menores a aquellas empresas o entidades que la solicitan en esa cantidad.

Puesto que nuestro producto tendrá como norma mínima, la internacional que indica un 17% de proteínas y 100000 UI de Vitamina A, y todas las indicadas en el cuadro 7, será un producto de gran calidad, en lo posible se tratará que las ventas sean al contado, siguiendo los mecanismos convencionales de venta.

Se debe preveer que la estabilidad del precio se mantenga, un exceso en la producción de harina de alfalfa debe tratarse de almacenar de preferencia en almacenes que tengan atmósfera inerte para mejor preservación de los elementos nutrientes.

El transporte de la harina de alfalfa a los centros de mercadeo se hará por cuenta de la empresa vendedora, osea la nuestra, por medio de transportistas seleccionados.

La calidad del producto y de la materia prima se tratará de mejorar constantemente mediante el uso del porcentaje autorizado (2% de la renta neta antes de impuestos) para investigación tecnológica.

Existen grandes posibilidades de importación, debido a la calidad del producto y a la existencia de mercado internacional para las proteínas vegetales, esta importación es factible de realizarse y dependerá principalmente de la capacidad instalada de nuestra planta y de su dinamismo expansivo. Es necesario acotar que existen grandes facilidades para las exportaciones no tradicionales por parte de nuestro gobierno peruano.

ANALISIS DE PRECIOS:

El precio de la harina de alfalfa siempre ha estado en ascenso, así por ejemplo; en el año 1969 el precio por kilo era de \$/4.70 , en 1973, era de \$/6.00, en 1975, de \$/15.00, en 1978, de \$/31.00 y actualmente de aproximadamente \$/40.00 por kilo.

La política de precios del producto estará fijada por las condiciones que impone el actual mercado de la harina de alfalfa, se sugiere que el precio de introducción de nuestro producto sea menor que el fijado por los actuales productores, y que se demuestre la calidad del producto y que inicialmente se den ciertas facilidades para que nuestro producto tenga gran aceptación en el mercado nacional.

La calidad de nuestro producto puede certificarse por decir, por medio de análisis hechos por entidades competentes.

CAPITULO : 4

TAMAÑO Y LOCALIZACION:

4.1 TAMAÑO:

Para determinar el tamaño de una planta, se debe considerar los siguientes criterios:

- Demanda del producto
- Tamaño de los equipos a instalarse
- Turnos de trabajo diarios
- Dias promedios de trabajo anual

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño de una planta, es la cuantía de la demanda a satisfacer. En nuestro caso el tamaño de nuestra planta debe ser tal que minimize los costos de producción y además en un futuro determinado su capacidad pueda ser ampliada de modo tal que su rentabilidad siempre se mantenga.

La producción en mayor escala generalmente implica un menor costo de producción, lo que genera mayores utilidades y esto hace elevar la rentabilidad de la planta.

Puesto que la construcción de la planta, o mejor dicho lo que demora hacer realidad la planta es un año, entonces asumiremos que nuestra planta entrará en funcionamiento en el año 1982, para ese entonces la demanda será de 45976 Tn/año, est suponiendo la capacidad de las plantas productoras constantes, esto debido a informaciones de la Firma Peruvian Trading Corp. que indican que en los años 1963 y 1965, le fueron adquiridos dos deshidratadores de alfalfa modelo SD 75-22 cuyas capacidades son de 1800TM/año, además teniendo en cuenta que la planta existente en Chimbote, es una planta que produce harina de alfalfa de mala calidad y además es una planta que usa equipo de una planta de harina de pescado, el que ha sido adaptado con ciertos problemas de índole técnico. En síntesis es muy poco probable que estas plantas aumenten su capacidad, tanto por la mala calidad del producto que producen, como por falta de materia prima en la cantidad requerida como para hacer una programación de cortes.

Puesto que al entrar en funcionamiento nuestra planta, tendrá primeramente que demostrar la buena calidad del producto, e ir entrando al mercado conforme el producto es aceptado, preveemos que no se puede iniciar con una capacidad de 45976TM, sino con una capacidad menor.

En síntesis nuestra planta tendrá un tamaño tal que inicialmente no produzca más de 45976 TM/año. Como en el capítulo 5 se eligen la tecnología y los equipos más convenientes es allí donde se definirán los turnos de trabajo, teniendo en cuenta que generalmente el periodo de trabajo anual es de 300 días.

#### 4.2 LOCALIZACION:

Para efectos de la localización de la planta, se analizarán las posibles alternativas desde el punto de vista privado, analizando factores económicos.

Los principales factores que influyen en la localización de la planta son: Proximidad al mercado, materia prima, transporte (facilidad), posibilidad de sistematización del cultivo de la alfalfa, legislación vigente y otros.

A continuación analizamos cada uno estos factores.

##### A) PROXIMIDAD AL MERCADO:

En el mercado de la harina de alfalfa, como ya se ha especificado está en la zona de Lima-Callao. La lejanía de la planta productora de harina de alfalfa haría encarecer el producto por efecto del transporte o fletes, por lo que se debe tener en cuenta la relación flete-costo del producto. A continuación en el cuadro 11 se indica los fletes en soles por tonelada métrica de carga en general proporcionada por la ORRET.

CUADRO 11: FLETES POR TM TRANSPORTADA DE HARINA DE ALFALFA

Hacia Lima y Viceversa	Fletes en soles por TM de carga
Ayacucho	9105
Tacna	8843
Moquegua	7860
Mollendo	7009
Arequipa	6812
Huancavelica	6157
Chiclayo	4978
Pacasmayo	4258
Trujillo	3603
Huaraz (via Pativilca)	3033
Chimbote	2888
Ica	2354
Pisco	2012
Paramonga	1819
Cañete	1576
Huacho	1479

Fuente: ORRET

B) MATERIA PRIMA:

Puesto que para producir una TM de harina de alfalfa se requiere aproximadamente 3333.33 Kg de alfalfa fresca de 78% de humedad, para cubrir la demanda de harina de alfalfa en 1982, que es de 45976 TM se requerirá de  $45976 \times 3.333:153,238$  Tm de alfalfa fresca, para cubrir la demanda del año 1990 se requerirá de 219,041.42 Tm de alfalfa fresca, por lo que debe preverse de que el lugar elegido produzca la cantidad necesaria requerida de alfalfa en los primeros años de funcionamiento de la planta, ya que después la planta productora puede adquirir terrenos y cultivar la materia prima o también debido a los buenos precios que la empresa pagará por la alfalfa fresca el cultivo de alfalfa se incrementa.

Los departamentos con mayor cultivo de alfalfa se encuentran especificados en el cuadro N° 5.

Es de notar que los departamentos con mayor producción de alfalfa, presentan una ganadería que usa esta alfalfa, obviamente que la ubicación de la planta en el departamento mayor productor de alfalfa va acompañado de una mayor probabilidad futura de expansión.

C) TRANSPORTE (Facilidad):

Como los cultivos de alfalfa no deben estar muy retirados de la planta (máximo 20 kms), y una vez cortada la alfalfa ésta debe ser inmediatamente trasladada, entonces se debe contar con vías de fácil acceso a los cultivos y el terreno en lo posible no debe ser accidentado puesto que esto alarga el recorrido e imposibilita el ingreso rápido. Por lo que de preferencia la zona cultivada debe ser un valle horizontal o con muy pocos accidentes geográficos.

D) SISTEMATIZACION DEL CULTIVO:

La calidad del producto, factor muy importante en la producción de la harina de alfalfa depende principalmente de la calidad de la materia prima y de su corte en el 1/10 de floración, por lo que el cultivo se debe sistematizar para así poder programar los cortes a lo largo de todo el año y poder contar con materia prima de la calidad necesaria, esta programación se puede realizar por medio de contratos hechos con los conductores de las áreas cultivadas. Y también para la sistematización del cultivo de la alfalfa es preferible que los cultivos no dependan de las lluvias, por lo que es preferible elegir un valle que presente el suficiente riego.

En las zonas de sierra de los departamentos productores de alfalfa, este cultivo depende de las avenidas de lluvias por lo que en estos lugares no se podría sistematizar el cultivo.

E) PRECIO DE LA ALFALFA:

El precio de la materia prima influye en el costo



del producto, por lo que se debe tener en cuenta al elegir el lugar en que se ubique la planta productora, en el cuadro 12 se muestran los precios actuales de la alfalfa en los principales departamentos productores.

CUADRO 12: PRECIO DE LA ALFALFA FRESCA EN LOS PRINCIPALES DEPARTAMENTOS PRODUCTORES EN ₺ por Kg

Departamento	Costa	Sierra
Departamento	3.60	2.00
La Libertad	3.20	4.00
Ancash	2.40	4.80
Lima	5.00	4.00
Ayacucho		4.00
Arequipa	4.00	4.80
Tacna	6.80	3.60

Fuente: Ministerio de Agricultura año: 1979

F) MANO DE OBRA:

Mano de obra especializada no es requerida en gran cantidad, en cambio mano de obra no especializada es requerida en cantidad mayor, aunque el costo de mano de obra no influye mucho, es necesario considerarla para futuras expansiones y si la planta decide tener sus propias plantaciones, entonces allí sí es de interés.

En el cuadro 13, se muestra los salarios mínimos vitales según Resolución Suprema N° 038-80-TR.

CUADRO 13: SALARIO MINIMO VITAL EN LOS PRINCIPALES DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE ALFALFA - En Soles

DEPARTAMENTO	EMPLEADOS	OBREROS
Lambayeque	20550.00	785.00
La Libertad	20550.00	685.00
Ancash	19800.00	660.00
Huancavelica	18870.00	629.00
Ica	19980.00	666.0
Lima y Callao	22020.00	734.00
Arequipa	22020.00	734.00
Ayacucho	19230.00	641.00
Moquegua	20280.00	676.00
Tacna	20280.00	676.00

Fuente: Resolución Suprema N° 038-80-TR.

g) LEGISLACION VIGENTE:

Según la Ley General de Industrias(D.L.18350),nuestro producto,la harina de alfalfa.hace que nuestra planta esté clasificada como industria de segunda prioridad. Por lo que goza de incentivos tributarios,crediticios,administrativos y técnologicos,y de descentralización.

INCENTIVOS TRIBUTARIOS:

Son de tres tipos: A la importación, a la reinversión y a la capitalización.

Incentivos tributarios a la importación:

Son de dos tipos: los referentes a los bienes de capital y el referentes a los insumos.

Siendo los derechos fijados por el Arancel,los siguientes:

Bienes de capital	30% del Arancel
Insumos	50% del Arancel

Incentivos tributarios a la reinversión:

La Empresa tiene la facultad de reinvertir libre de los impuestos a la renta en una sola Empresa industrial sea ésta la propia u otra distinta el 54.75% y puede destinarse para los siguientes fines: Construcción de una nueva empresa diversificación de la capacidad productiva.modernización de la empresa en que se invierte.adquisición de acciones.

Incentivos tributarios a la Capitalización:

Nuestra empresa de segunda prioridad si capitaliza su reinversión en la empresa.dentro del termino de tres años,pagará por todo impuesto a la renta y por una sola vez la tasa del 3%.

INCENTIVOS CREDITICIOS:

- Respecto a los intereses.los bancos establecerán tasas menores que las vigentes,que las determinarán el ministerio de Industria
- Respecto a los plazos de Gracia,este será de 1 a 2 años con un

CUADRO 14 : EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Factores Locacionales	Pesos	Lambayeque		La Libertad		Ancash		Lima		Arequipa		Ayacucho		Tacna	
		P	PP	P	PP	P	PP	P	PP	P	PP	P	PP	P	PP
A) Proximidad al mercado	4	35	140	50	200	55	220	90	360	25	100	10	40	20	80
B) Materia Prima	4	40	160	40	160	70	280	55	220	80	320	65	260	45	180
C) Transporte a la planta	6	100	600	100	600	10	60	50	300	20	120	10	60	40	240
D) Sistematización Cultivo	7	95	665	95	665	10	70	10	70	10	70	10	70	30	210
E) Precio materia prima	2	85	170	90	180	40	80	55	110	60	120	70	140	20	40
F) Mano de obra	1	50	50	50	50	30	80	20	20	20	20	90	90	70	70
G) Legislación vigente	3	90	270	90	270	90	270	40	120	90	270	90	270	90	270
H) Energía eléctrica	3	80	240	90	270	50	150	90	270	50	150	50	150	70	210
I) Tradición del cultivo	5	100	500	100	500	50	250	50	250	60	300	50	250	40	200
<b>PUNTAJE PONDERADO TOTAL:</b>			2795		2895		1460		1720		1470		1330		1500

LEYENDA: P : Puntaje

PP : Puntaje ponderado.

periodo de amortización de 3 a 4 años.

#### INCENTIVOS ADMINISTRATIVOS Y TECNOLOGICOS:

Nuestra empresa por ser de segunda prioridad obtendrá apoyo financiero de asistencia tecnológica y en todo lo referente a la infraestructura industrial.

#### INCENTIVOS DE DESCENTRALIZACION:

Si nuestra empresa No se localiza en Lima y Callao.gazaría de una mejora en los incentivos tributarios de importación del 50% para bienes de capital y del 25% para insumos.además de una disminución en el pago de impuesto a la renta.

#### H) ENERGIA ELECTRICA

Nuestra Empresa necesita de el suministro continuo de energía eléctrica,preferentemente de la red de servicio público.

#### I) TRADICION DEL CULTIVO DE LA ALFALFA.

El lugar en que se localize nuestra empresa,de preferencia debe ser un lugar o un valle en el cual el cultivo de la alfalfa este muy difundido y sea tradicionalmente alfalfero, - pues así se tendrá que convencer a los conductores de terrenos de cultivo a cultivar la alfalfa.

#### IDENTIFICACION DE LAS ALTERNATIVAS O POLOS DE LOCALIZACION

Teniendo en consideración el cuadro 5 y lo indicado en el factor de localización: Materia Prima. Los polos de localización son : Lambayeque,La Libertad,Ancash,Lima y Callao,Arequipa,Ayacucho y Tacna

#### EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Utilizaremos el método de ponderación de factores,para lo cual,cuando una alternativa presenta un factor de forma óptima se le asignará el puntaje de 100. En el cuadro 14 se muestra es

ta evaluación, en este cuadro se muestran los pesos que se les ha dado a cada factor teniendo en cuenta su importancia.

En el cuadro 14 se observa que el departamento que tiene mayor puntaje es el de La Libertad por consiguiente es en este departamento en que va a estar ubicada la planta, el departamento que le sigue en puntaje es Lambayeque, quedando en tercer lugar el departamento de Lima.

Un análisis detallado de la distribución del cultivo de la materia prima en el departamento de la Libertad muestra que el lugar de mayor densidad de cultivo está en el valle del Río Virú, por lo que la probabilidad de que la planta de Harina de alfa fa se ubique en este lugar es grande.

## CAPITULO 5 : INGENIERIA DEL ESTUDIO

La Ingeniería del estudio es muy importante, pues permite el estudio de la parte técnica de las plantas de harina de alfalfa y además la comprensión del fenómeno del secado de la alfalfa.

### 5.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL SECADO

Desecación significa eliminar un líquido de un sólido por procedimientos térmicos. La desecación y la evaporación se diferencian por el aparato empleado para realizar la operación y porque en los procesos de evaporación se eliminan, por lo general, cantidades mucho mayores de líquido por hora que en los procesos de desecación.

Se ha aplicado también el término DESHIDRATACION a los procesos de desecación, pero su uso se ha limitado casi por entero a la desecación de alimentos.

Las razones para desecar son múltiples, pero de ordinario son algunas de las siguientes:

- 1) Facilitar la manipulación en algún tratamiento posterior.
- 2) Permitir la utilización satisfactoria del producto final.
- 3) Reducir los costos de transporte.
- 4) Aumentar la capacidad de otros aparatos o instalaciones de proceso.
- 5) Conservar un producto durante su almacenamiento y su transporte.
- 6) Aumentar el valor y la utilidad de los desperdicios o los subproductos obtenidos.

### EQUILIBRIO

La Humedad contenida en un sólido húmedo ejerce una presión de vapor en un grado que depende de la naturaleza de la humedad, de la naturaleza del sólido y de la temperatura. Luego, si se expone un sólido húmedo a una co -

rriente continua de nuevo gas que contiene una dada presión parcial de vapor, podrá el sólido perder humedad por evaporación o ganarla el gas hasta que la presión de vapor de la humedad del sólido iguale a la presión parcial de vapor del gas.. Entonces el sólido y el gas se hallarán en equilibrio denominándose el contenido de humedad del sólido su contenido de humedad de equilibrio en las condiciones reinantes.

### DEFINICIONES

Para una referencia conveniente se da a continuación el sumario de ciertos términos que se emplean para describir el contenido de humedad de las sustancias.

CONTENIDO DE HUMEDAD. BASE HUMEDA. Usualmente se describe el contenido de humedad de un sólido o en una solución en función del porcentaje en peso de la humedad y a menos que se lo aclare, se entiende generalmente que está expresado en base húmeda, es decir,  $(\text{lb humedad} / \text{lb sólido húmedo}) 100 = (\text{lb humedad} / (\text{lb Sólido seco} + \text{lb de humedad})) 100 = 100X(1 + X)$ .

CONTENIDO DE HUMEDAD. BASE SECA. Se expresará esta como  $\text{lb de humedad} / \text{lb sólido seco} = X$ .  $\% \text{ humedad en base seca} = 100X$ .

HUMEDAD DE EQUILIBRIO X. Es el contenido de humedad de la sustancia cuando se halla en equilibrio a una dada presión parcial de vapor.

HUMEDAD LIMITE. Se refiere a la humedad que contiene una sustancia y que ejerce una presión de vapor de equilibrio menor a aquella del líquido puro a la misma temperatura.

HUMEDAD NO LIMITE. Se refiere a la humedad que contiene una sustancia y que ejerce una presión de vapor igual a la del líquido puro a la misma temperatura.

HUMEDAD LIBRE. Es la humedad que contiene una sustancia y que se halla en exceso sobre la mezcla de equilibrio:  $X - X^*$ .

Sólo la humedad libre se puede evaporar, dependiendo el contenido de humedad libre de un sólido de la concentración de vapor en el gas.

En la figura 1. se muestra gráficamente estas relaciones para un sólido de contenido de humedad X expuesto a un gas de humedad relativa A.

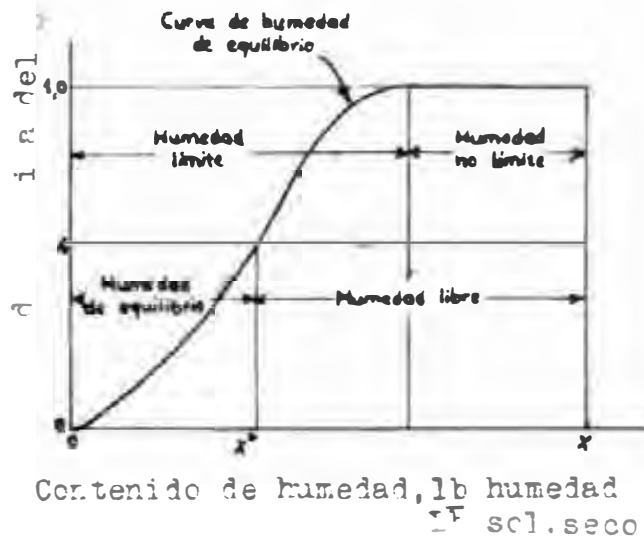


FIG. 1 - TIPOS DE HUMEDAD

HUMEDAD ABSOLUTA (  $Y'$  ).- Es la relación masa de vapor/ masa de gas. Si las cantidades están expresadas en moles la relación es la humedad MOLAR  $Y$ .

TEMPERATURA DE BULBO SECO.- Es la temperatura de una mezcla de gas-vapor determinada ordinariamente introduciendo un termómetro en la mezcla.

HUMEDAD RELATIVA.- Expresada como un porcentaje, está definida como  $100p_A / P_A$ , donde  $p_A$  es la presión parcial de la sustancia A y  $P_A$  es la presión de vapor a la temperatura de bulbo seco de la mezcla.

PUNTO DE ROCIO.- Es la temperatura a la cual la mezcla de vapor-gas se satura cuando se la enfría a presión total constante-fuera del contacto con un líquido.

VOLUMEN HUMEDO ( $v_H$ ).- El volumen húmedo de una mezcla vapor-gas es el volumen en pie cúbico de 1 lb de gas seco y el vapor que lo acompaña a la temperatura y presión reinantes.



CALOR HUMEDO ( $C_s$ ). - Es el calor necesario para elevar en 1°F la temperatura de 1 lb de gas y del vapor que éste contiene a presión constante.

ENTALPIA. - La entalpía (relativa) de una mezcla de vapor-gas es la suma de las entalpías (relativas) del gas y del vapor que contiene éste.

Cuando se deseca un sólido, se producen dos procesos fundamentales y simultáneos: 1) Transmisión de calor para evaporar al líquido, y 2) Transferencia de masa en humedad interna y líquido evaporado. Los factores que rigen la intensidad de cada uno de estos procesos son los que determinan la rapidez del proceso de desecación.

En las operaciones de desecación industrial se utiliza la transmisión de calor por convección, conducción, radiación, o una combinación de cualquiera de estos mecanismos. Los desecadores industriales se distinguen fundamentalmente por los métodos que emplean para transmitir el calor.

La masa se transfiere en la desecación como; 1) Líquido o vapor, o como ambos, dentro del sólido, y 2) como vapor desde las superficies húmedas. El gradiente de concentración del líquido depende del mecanismo de circulación del líquido dentro del sólido.

#### CONDICIONES INTERNAS Y EXTERNAS:

El estudio de cómo se seca un sólido puede basarse en el MECANISMO INTERNO DE LA CIRCULACION del líquido o en el efecto de las CONDICIONES EXTERNAS de temperatura, humedad, ventilación, estado de subdivisión, etc, sobre la velocidad de secado del sólido. El primer procedimiento representa un estudio fundamental de las condiciones internas. El segundo procedimiento, aunque menos fundamental, se emplea generalmente porque sus resultados tienen aplicación mas inmediata.

Mecanismo interno de la circulación del líquido. - La circulación interna del líquido se produce por diversos mecanismos, según la estructura del sólido. Algunos de los mecanismos posibles son los siguientes:

- 1) Difusión en sólidos homogéneos continuos
- 2) Circulación capilar en sólidos granulares y porosos
- 3) Circulación producida por los gradientes de CONTRACCIÓN y de PRESIÓN.
- 4) Circulación causada por la GRAVEDAD
- 5) Circulación originada por una sucesión de VAPORIZACIONES Y CONDENSACIONES.

En general, uno de dichos mecanismos predomina en un momento dado en el sólido durante su desecación, y no es raro encontrar diferentes mecanismos predominando en distintos momentos durante el ciclo de desecación.

El mecanismo particular que se produce durante la desecación de un sólido dado se determina estudiando los GRADIENTES DE HUMEDAD INTERNA.

DIFUSION LIQUIDA.- Se puede producir la difusión de la humedad líquida debido a los gradientes de concentración entre las profundidades del sólido, donde la concentración es alta, y la superficie donde está es baja. Estos gradientes se establecen durante el secado desde la superficie.

El movimiento de los líquidos por difusión en los sólidos se limita al contenido de humedad en equilibrio por debajo del punto de saturación atmosférica, y a los sistemas sólidos de una sola fase en los cuales la humedad y el sólido son mutuamente solubles. En la primera clase incluidas las hojas vegetales y la madera.

CIRCULACION CAPILAR.- La humedad reténida en los intersticios de los sólidos bajo la forma de un líquido que cubre la superficie y como humedad libre en las cavidades celulares, está sometida a movimiento por gravedad y capilaridad siempre que haya pasos para la circulación continua. En la desecación la circulación del líquido debida a la capilaridad se aplica a los líquidos no retenidos en solución y a toda humedad por encima del punto de saturación de las fibras como en los tejidos, el papel y el cuero y a toda la humedad en equilibrio a la saturación atmosférica.

Los capilares se extienden desde pequeños receptáculos de humedad dentro del sólido hasta la superficie de secado. A medida que se lleva a cabo el secado, al principio la humedad se traslada por capilaridad hacia la superficie, con suficiente rapidez como para mantener una superficie uniformemente húmeda.

DIFUSION DE VAPOR.- El vapor puede moverse por difusión a través del sólido, siempre que se establezca un gradiente de temperatura mediante un calentamiento que cree un gradiente de presión de vapor. La vaporización y la difusión del vapor se produce en cualquier sólido en el que el calentamiento tiene lugar en una superficie mientras que en la otra se produce una desecación, y cuando el líquido está aislado entre gránulos de sólido.

PRESION.- Durante el secado, debido a la contracción de las capas externas de un sólido, se puede compeler la humedad hacia la superficie.

El conocimiento del mecanismo interno de la circulación de un líquido en sólido durante la desecación tiene un valor especial para analizar el funcionamiento de los desecadores desde el punto de vista de mejorar los RESULTADOS y aumentar la CAPACIDAD. Es también importante para el desarrollo de nuevas técnicas de desecación.

VARIABLES EXTERNAS.- El estudio de la desecación basado en los efectos de las variables externas es el método comúnmente empleado para investigar las características de la desecación de los sólidos. Esto se debe a que los resultados así obtenidos suelen ser directamente aplicables al proyecto y funcionamiento de los desecadores.

Las principales variables externas en cualquier estudio de desecación son la temperatura, la humedad, la ventilación, el estado de subdivisión del sólido, la agitación del mismo, el método para soportarlo y el contacto entre superficies calientes y el sólido húmedo. No todas estas variables se presentan necesariamente en un mismo problema.

### COMPORTAMIENTO GENERAL DEL SECADO:

Al secar un sólido húmedo mediante un gas con temperatura y humedad fijas, aparece siempre un patrón general de comportamiento. Inmediatamente después del contacto entre la muestra y el medio secante, la temperatura del sólido se ajusta hasta que alcanza un estado estable. La temperatura del sólido y la proporción de secado puede aumentar o disminuir hasta alcanzar la condición del estado estable. En el estado estable, una medida de la temperatura mostrará que la temperatura de la superficie húmeda del sólido es la temperatura del bulbo húmedo del medio secante. Las temperaturas dentro del sólido que se seca, tenderán también a igualar la temperatura del bulbo húmedo del gas, pero ahí, el acuerdo será imperfecto debido al movimiento de la masa y del calor.

Una vez que estas temperaturas de la carga alcanzan la temperatura del bulbo húmedo del gas, se encuentra que son bastante estables, y que la proporción de secado permanece también constante. Este es el llamado PERIODO DE SECADO A VELOCIDAD CONSTANTE. El período termina cuando el sólido alcanza el CONTENIDO DE HUMEDAD CRITICO. Más allá de este punto, la temperatura de la superficie aumenta, y la velocidad de secado disminuye rápidamente. Este PERIODO DE VELOCIDAD DECRECIENTE puede tomar un tiempo bastante más largo que el período de velocidad constante, aun cuando el retiro de humedad pueda ser bastante menor. La velocidad de secado se aproxima a 0 para un cierto CONTENIDO DE HUMEDAD EN EQUILIBRIO, el cual es el contenido más bajo de humedad que se puede obtener en el sólido bajo las condiciones de secado que se estén empleando.

Las figuras 2 y 3 muestran curvas típicas de secado, una trazada sobre la base de contenido de humedad contra tiempo, y la otra sobre la base de velocidad de secado contra contenido de humedad. La primera gráfica, que es la 2, es la forma en la cual se obtienen generalmente los datos experimentales para el secado. La figura siguiente que es la 3, muestra una descripción mucho más eficaz del proceso de secado, Sin embargo, esta última se obtiene diferenciando los datos de la forma 2, con lo cual está sujeta a una disgregación considerable de los datos, y por consiguiente a una falta de certidumbre.

Estas curvas típicas para el secado, están relacionadas con el mecanismo que tiene lugar en el proceso. El proceso de secado representado por el segmento AB, de las curvas de las dos figuras 2 y 3, es el período en el estado inestable, durante el cual la temperatura del sólido alcanza el valor correspondiente al estado estable. Aunque la forma que se aprecia es típica, casi puede decirse que cualquier forma es posible, y AB puede presentarse lo mismo en una velocidad decreciente que creciente.

Durante el periodo de velocidad constante, (segmento BC de las curvas de secado 2 y 3), la superficie total expuesta está saturada con agua. El secado prosigue como si se tratara de un estanque de líquido, sin que el sólido ejerza una influencia directa sobre la velocidad de secado. Es posible que las rugosidades de la superficie del sólido sobre el cual se extiende la película líquida, pueda aumentar los coeficientes para la transferencia de calor y de masa, pero este efecto no ha sido establecido firmemente.

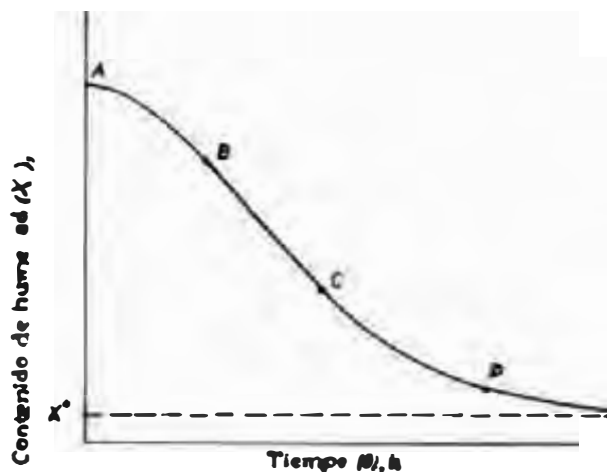


FIG.2 .- Curva típica de secado para condiciones constantes, el contenido de humedad como una función del tiempo.

La temperatura superficial alcanza la temperatura del bulbo húmedo, tal como podría esperarse. El régimen de secado a velocidad constante, continúa con la masa que es transferida de la superficie continuamente reemplazada por el movimiento del líquido procedente del interior de la carga. El mecanismo del movimiento del líquido y consecuentemente la velocidad de este movimiento varía notablemente, con la estructura del sólido en sí.

Con los sólidos que tienen espacios abiertos vacíos, relativamente grandes, el movimiento se controla principalmente por la fuerza de gravedad y de tensión superficial existentes dentro del sólido. Con sólidos de estructura fibrosa o amorfa, el movimiento del líquido se hace principalmente en función de su difusión a través del sólido. Puesto que las velocidades de difusión son mucho más lentas que el flujo mediante gravedad y capilaridad, los sólidos en los cuales la difusión es la que controla el movimiento del líquido, tienen verdaderamente periodos cortos de velocidad constante; o aún se secan sin que exista este periodo en forma mensurable. En el punto C, el contenido de humedad del sólido es apenas adecuado para suministrar la superficie completa.

Durante el periodo de secado entre los puntos C y D, de la Fig.3, llamados "el primer periodo de" velocidad decreciente", la superficie está cada vez más y más desprovista de líquido, en virtud de la proporción de movimiento de líquido hacia la superficie, el cual es más lento que la proporción de transferencia de masa desde la superficie; hasta el punto D, no hay un área superficial saturada de líquido, La porción de la superficie que está saturada se seca por transferencia de calor mediante convección desde, y debido a, la masa hacia la corriente de gas constante; o aun se seca sin que exista dentro de la muestra difusión hacia la superficie que no está saturada y que continúa su difusión hacia la corriente gaseosa.

Este mecanismo es muy lento, comparado con la transferencia por convección de la superficie saturada.

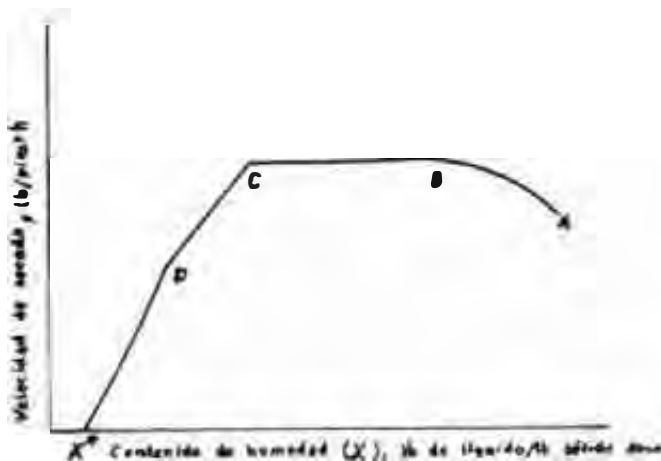


Fig:3: Curva típica para la velocidad del secado, para condiciones constantes, la velocidad de secado como una función del contenido de humedad.

Para contenidos de humedad inferiores a aquel punto D, de la Fig:3, toda la evaporación tiene lugar procedente del interior del sólido. A medida que el contenido de humedad continúa disminuyendo, la trayectoria para la difusión del calor y de la masa se hace cada vez mas largo; y eventualmente, el potencial de concentración disminuye, hasta que en  $X_E$ , el contenido de humedad está en equilibrio, y ya no hay ningún secado posterior. El contenido de humedad en equilibrio se alcanza cuando la presión de vapor sobre el sólido iguala a la presión de vapor parcial en el gas secante que llega. Este periodo es el llamado "segundo periodo de velocidad decreciente".

## 5.2 TIPOS DE TECNOLOGIAS - PLANTAS EXISTENTES:

Actualmente existen dos tipos de tecnologías para la obtención de la harina de alfalfa, y son las llamadas de alta temperatura y baja temperatura, a continuación describimos cada una de ellas.

### TECNOLOGIA DE BAJA TEMPERATURA:

En este tipo de tecnología el aire de secado no supera los 200°C, y por lo general usan secadores de bandejas, son de baja capacidad.

En los secadores de bandejas el aire caliente circula sobre el material húmedo hasta que éste alcance el contenido final de humedad requerido (por lo general 8%).

Los secadores modernos de bandejas suelen consistir en un recinto bien aislado, con ventiladores y sistema de calentamiento formando parte del mismo. El funcionamiento satisfactorio de los secadores tipo de bandeja depende de que se mantengan a una temperatura constante y con una velocidad de aire uniforme sobre todo el material que se seca.

En los secadores de bandeja convienen velocidades del aire de 120 a 300 m/min. para mejorar el coeficiente de transmisión superficial del calor y eliminar las bolsas de aire estancado. La circulación adecuada del aire en los secadores de bandeja depende de que sea suficiente la capacidad del ventilador, del diseño de los conductos, con el fin de evitar los cambios bruscos

de dirección, y de la disposición adecuada de placas desviadoras. La corriente de aire no uniforme es uno de los problemas más graves que se encuentran en el funcionamiento de los secadores de bandejas. El número de bandejas puede variar muy ampliamente, pudiendo tener el fondo perforado o inclusive ser de malla.

Los secadores de bandejas pueden convertirse en un equipo de operación continua moviendo los sólidos húmedos a través de la cámara secadora. Esto puede hacerse transportando la carga sobre una banda transportadora como se aprecia en la figura 4.

El flujo de aire puede dirigirse perpendicularmente al flujo de material, a contracorriente con él, o concurrente con él. Generalmente, la trayectoria del flujo no es sencilla, sino que toma sucesivamente varias de estas direcciones. En cualquiera de estos casos la carga está sometida a un medio secante de condiciones variables a lo largo de la trayectoria de secado. Consecuentemente, la curva característica de secado se altera profundamente, por ejemplo; el periodo de velocidad constante ya no muestra una proporción constante de secado. La velocidad disminuye cuando la temperatura del aire seco disminuye también, aun cuando la temperatura superficial de la carga permanezca constante. El tiempo requerido para el periodo de velocidad constante puede calcularse mediante el empleo de la ecuación de proporción para la transferencia de calor, pero debe usarse una fuerza directora adecuada para la temperatura media. El periodo de velocidad decreciente, puede calcularse tratando sucesivamente decrementos del incremento en el contenido de humedad durante los cuales, la temperatura del medio secante y la humedad se consideran como constantes.

Los cálculos de la velocidad de secado y del tiempo en estos secadores continuos requieren calcular balances de entalpías y de materiales, así como el uso de ecuaciones de proporción para la transferencia de calor y de masa. Los cálculos completos y rigurosos implican soluciones con aproximaciones sucesivas de la ecuación adecuada escrita para cada segmento del secador.

Es muy poco práctico el secar mediante aire que fluye sobre la superficie de una cama de sólidos húmedos. La circulación del gas secante a través del lecho, es una solución práctica posible para los secadores continuos.



Una planta típica de baja temperatura es la TEMPLEWOOD M1A (Inglesa), ésta es una planta fija a doble bandeja, funciona con aire a baja temperatura y recirculación. En la figura 4 se muestra un corte de ésta, las dimensiones de la planta en la que se hicieron ensayos los cuales figuran en este estudio son: 4.12 x 2.0: Altura media.

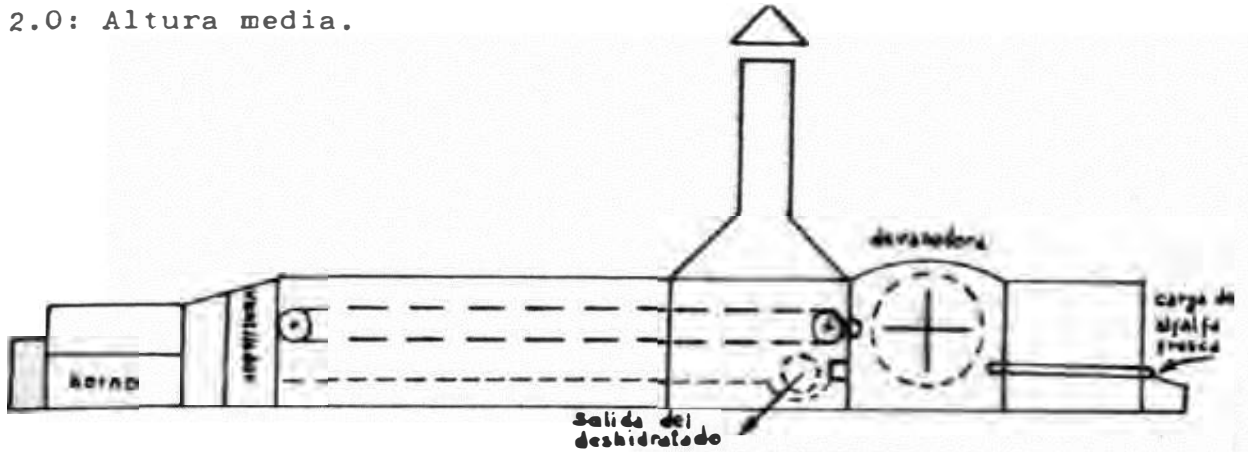


Fig. 4.- PLANTA TEMPLEWOOD M1A

Otra planta típica de baja temperatura es la AROSIO AG3 (Italiana), ésta es una planta fija a bandeja múltiple, que funciona con aire caliente a baja temperatura con recirculación, las dimensiones de la planta en la que se hicieron ensayos los cuales figuran en este estudio son: 3.7 x 12.0 x 6.5, en la Figura 5, se muestra un corte de esta planta.

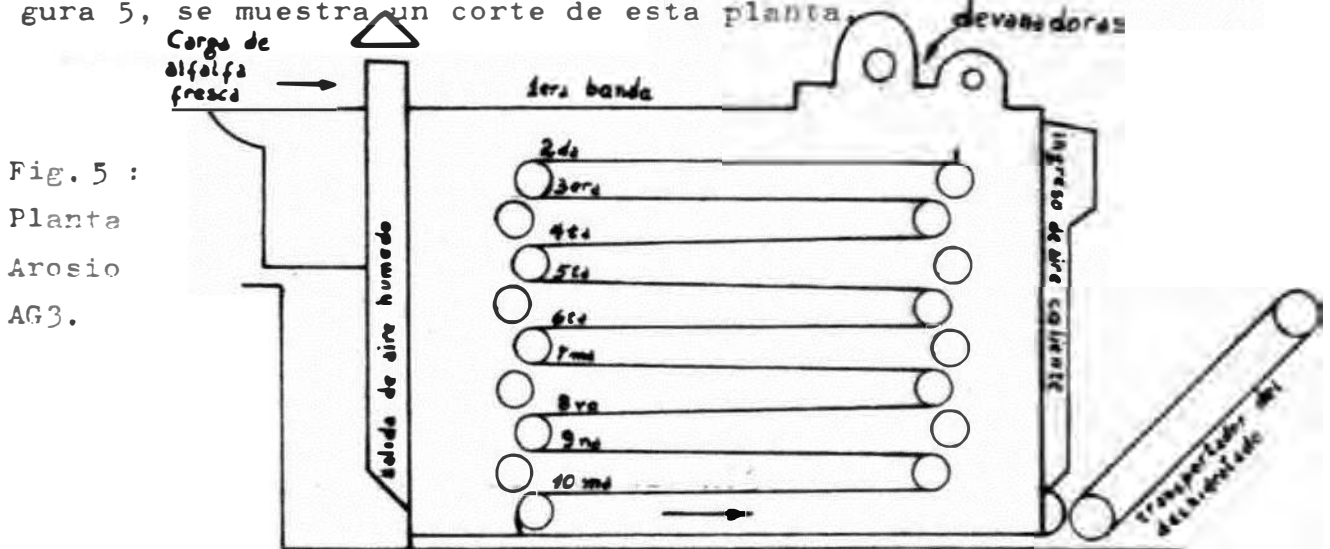


Fig. 5 :  
Planta  
Arosio  
AG3.

#### TECNOLOGIA DE ALTA TEMPERATURA:

En este tipo de tecnología el aire de secado puede tener una temperatura entre 800-850°C a la entrada, y 100-150°C a la salida.

En el secado a alta temperatura el contacto entre la alfalfa y los gases calientes es muy corto, dependiendo este tiempo del contacto del peso de las partículas, así partículas muy li-

vianas pueden tener tiempos de contactos de muy pocos segundos y partículas muy pesadas su tiempo de contacto puede llegar a minutos.

Los secadores a alta temperatura responden fundamentalmente a dos tipos:

- a) Secadores horizontales a tambor rotatorio. Los hay simples y múltiples.
- b) Secadores a tubo neumático (secador instantáneo, tipo flash).

A continuación describimos cada uno de ellos explicando su fundamento teórico en lo posible.

#### SECADORES ROTATORIOS:

Un secador rotatorio consiste en un cilindro que gira sobre soportes adecuados y, por lo general ligeramente inclinados respecto a la horizontal. La longitud del cilindro varía entre 4 y 10 veces su diámetro, este diámetro suele estar comprendido entre 0.30 y 3 metros. El material húmedo se introduce por un extremo del cilindro y avanza por él en virtud de la rotación y su inclinación y sale seco por el otro extremo. Cuando los gases calientes circulan en el sentido del material, le ayudan a moverse a lo largo del secador.

El mas sencillo es el secador rotativo directo, en éste, los gases producto de la combustión circulan en paralelo al movimiento del material (alfalfa), suele estar equipado con aletas en la superficie interior del cilindro que sirven para elevar y esparcir el material húmedo a través de los gases calientes durante el paso por el cilindro. Estas aletas pueden extenderse continuamente a todo lo largo del secador, o bien estar escalonadas cada 0.60 a 1.80m. Puede usarse una aleta radial con un labio de 90 grados. Se han diseñado otras que proporcionan un esparcimiento máximo durante la rotación.

Para cerrar herméticamente el cilindro rotativo en las dos recámaras de los extremos, en las cuales se admiten los gases calientes y los materiales al secador y se descargan de él, se emplean varios métodos diferentes. Estos cierres actúan para impedir infiltraciones de aire al cilindro o escapes en las recámaras y también para impedir que pierda material el secador. En la figura 6, se ven tres tipos comunes.

Los gases calientes son obligados a penetrar en el cilindro del secador, ya sea por medio de un ventilador impulsor o uno aspirador, o por una combinación de ambos. Con este último sistema es posible hacer que el secador funcione a la misma presión que el ambiente que le rodea.

En la figura 7, se muestra un secador rotatorio directo de flujo en paralelo que puede ser usado para el secado de alfalfa fresca para producir harina de alfalfa.



(a) Tipo de rozamiento



(c) Tipo de rozamiento de tejido elastico.



(b) Tipo laberintico

FIG:6.- TRES TIPOS DE CIERRES HERMETICOS EMPLEADOS EN LOS SECADORES ROTATIVOS

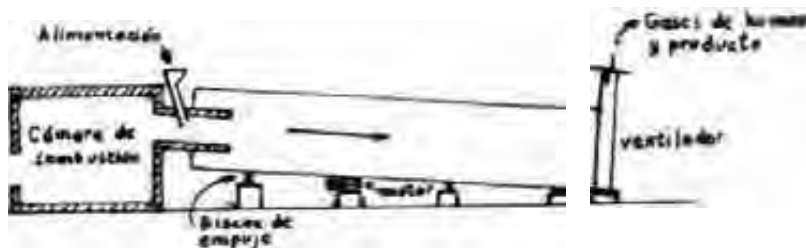
Existe un tipo de secador rotatorio llamado DIRECTO-INDIRECTO. En éstos el calor se transmite de los gases calientes al material por conducción a través de las superficies metálicas y por contacto directo.

En la figura 8, se muestra un secador rotatorio directo-indirecto, consistente en dos envolturas cilíndricas concéntricas pasando los gases calientes de combustión primero por el cilindro interior que establece su contacto directo con el material

De ordinario se ponen aletas sobre la superficie interior del cilindro exterior y sobre la superficie exterior del cilindro interior. Los secadores rotativos directo-indirecto es más eficiente y económico que los secadores rotativos directos, se usa preferentemente para evaporar gran cantidad de humedad. En la figura 8, se muestra la disposición típica de tal secador; en este el gas caliente puede entrar al tubo central a 1200-

1800°F, enfriarse a 400-900°F en su primer pasaje a través del secador y retornar a través del espacio anular, enfriándose a 140-170°F en la descarga.

Todos estos secadores los provee el fabricante en tamaños normalizados desde 3 pies de diámetro por 12 pies de largo, hasta de 10 pies de diámetro por 100 pies de largo.



FIG;7: SECADOR ROTATORIO DIRECTO



FIG:8: SECADOR ROTATORIO DIRECTO-INDIRECTO

La transmisión de calor en los secadores rotativos directo-indirectos es compleja, teniendo lugar por una combinación de conducción, radiación y convección. Un secador rotativo directo-indirecto de dos cilindros concéntricos proporciona aproximadamente 35% más de transmisión de calor total que un secador rotativo directo de un solo cilindro de la misma capacidad volumétrica trabajando a temperaturas análogas.

Existe otro tipo de secador rotativo llamado DIRECTO-INDIRECTO-DIRECTO, o de tres cilindros concéntricos, en estos secadores el material húmedo acarreado por los gases calientes, después de haber pasado por cilindro interior, regresa en dirección opuesta por el cilindro anular y luego se moviliza por la dirección original por el cilindro exterior.

Este tipo de secador es el más económico y eficiente de todos los descritos anteriormente, la transmisión de calor es compleja, pues se da por una combinación de conducción-radiación y convección. Como en los casos anteriores va provisto de aletas interiores y necesita de un aspirador-impulsor. En la figura 9, se muestra el esquema de un secador de este tipo.

Una planta típica de alta temperatura es la HEIL (Norte Americana), esta es una planta fija con tres tambores concéntricos o sea del tipo Directo-Indirecto-Directo, ésta se construye en diversas dimensiones, en la Figura 10 se muestra un esquema de esta planta.

Otra planta típica de alta temperatura es la LOUISVILLE (Norteamericana), que también es una planta fija con transporte neumático y es del tipo directo o sea que usa un tambor rotativo simple. En la Figura 11 se muestra un esquema de esta planta.

SECADOR A TUBO NEUMATICO (Instantaneo):

En este tipo de secador, se realiza la eliminación de la humedad dispersando el material a secar en una zona de gases calientes y transportándolo después a velocidades elevadas. El secador consta básicamente de un dispositivo para dispersar un sólido húmedo entre los gases calientes, un conducto por el cual dichos gases arrastran las partículas dispersas, y un sistema colector para separar el producto seco de la corriente de aire. En una instalación de este tipo se realizan simultáneamente la desecación, la desintegración y la molienda, el transporte neumático y la clasificación, o bien las tres primeras o las tres últimas, siempre que las partes componentes sean adecuadas.

La porción transportadora del sistema suele ser un conducto vertical de sección cuadrada o circular en el cual el sólido es arrastrado por la corriente de gases calientes.

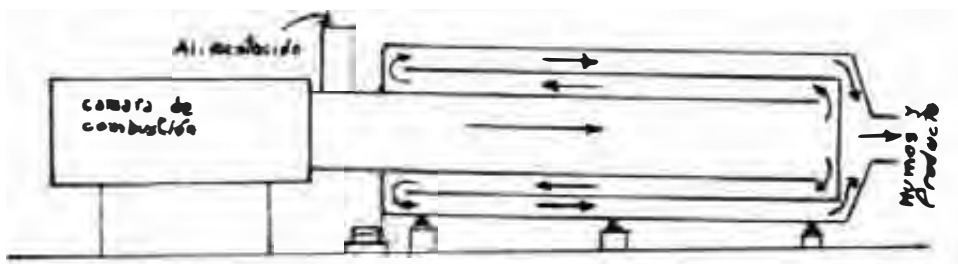


FIG:9.- SECADOR ROTATORIO DIRECTO-INDIRECTO-DIRECTO

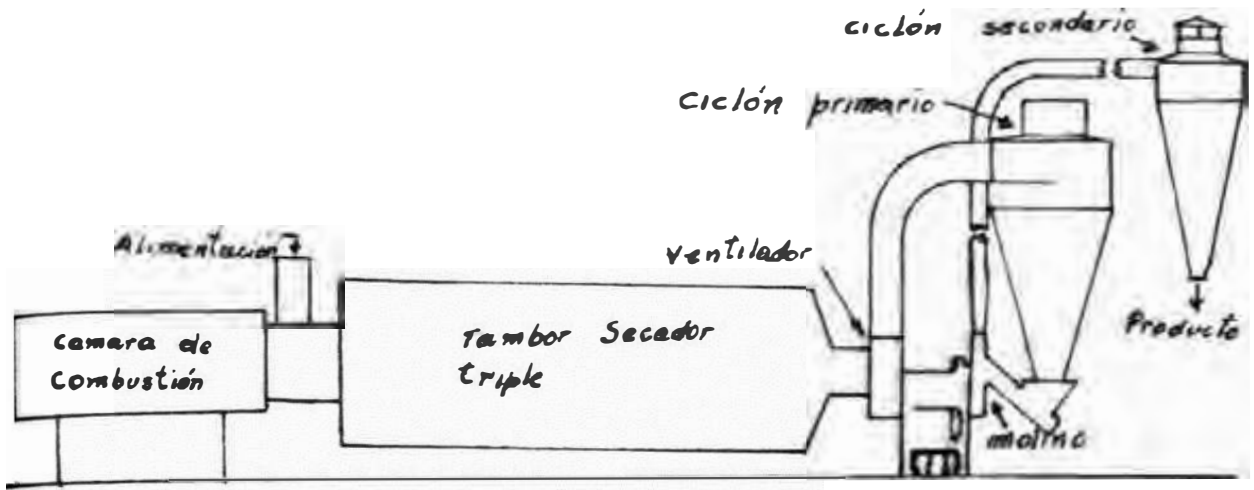


FIG:10 PLANTA HEIL

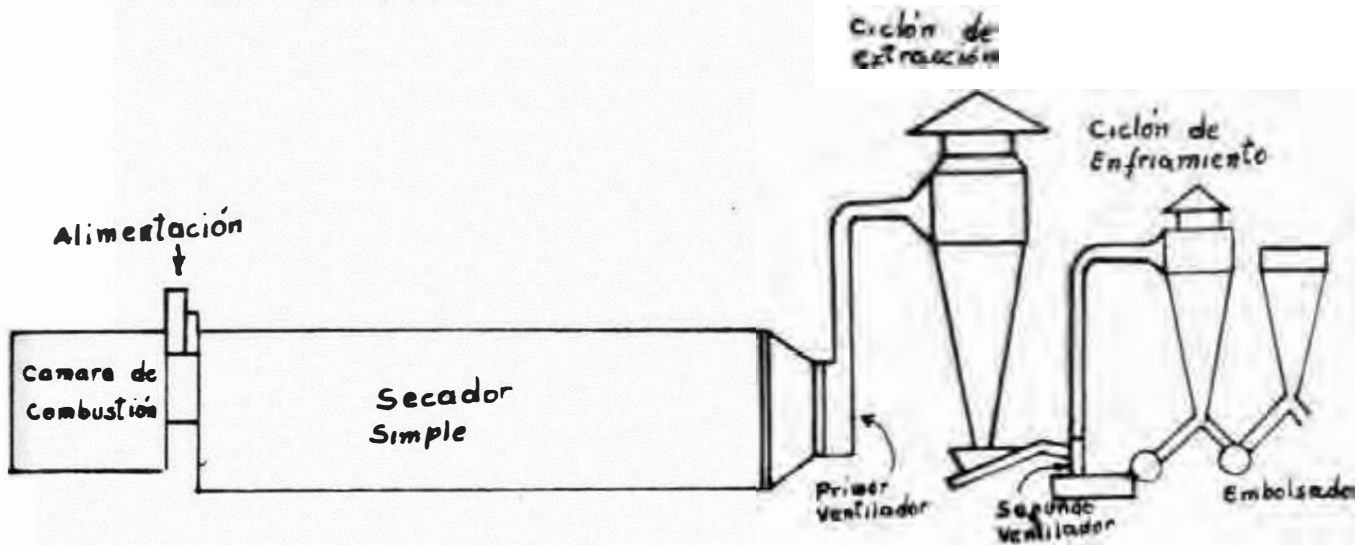


FIG:11 PLANTA LOUISVILLE

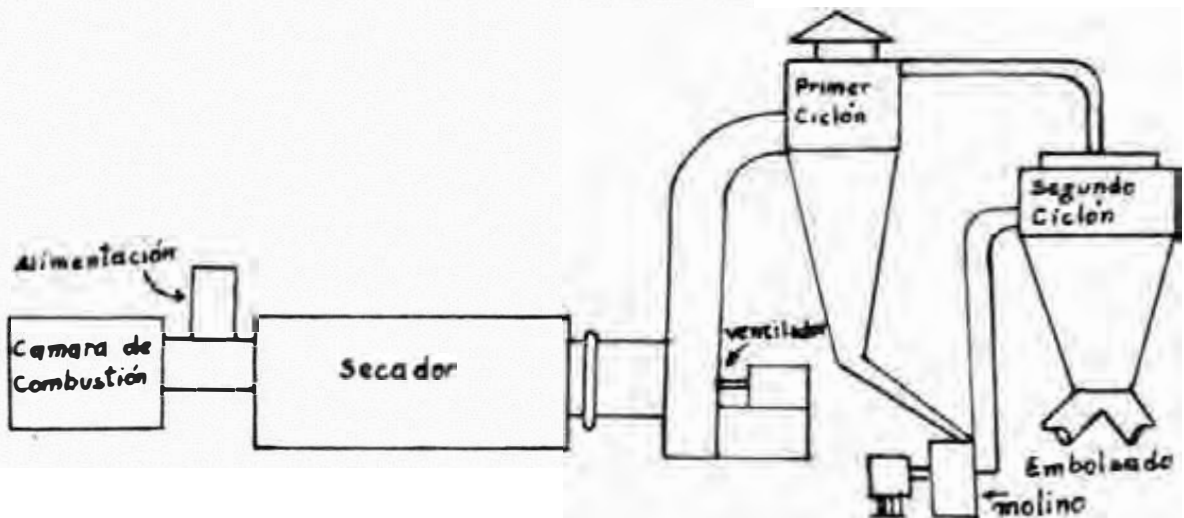


FIG:12 PLANTA VAN DER BROEK

En la Figura 13, se muestra una planta de este tipo, la de RAYMOND.

Cabe anotar que en la Figura 12 se ha mostrado un tipo de planta llamada de VAN DER BROEK (Holanda) que es una combinación de tambor rotativo y tubo neumático.

Los secadores de tubo neumático son especialmente aplicables a la manipulación de grandes capacidades y son por lo general el tipo mas económico de instalaciones para capacidades de evaporación superiores a 1000 Kg de agua por hora. Las temperaturas de funcionamiento oscilan a la entrada cerca a 700°C.

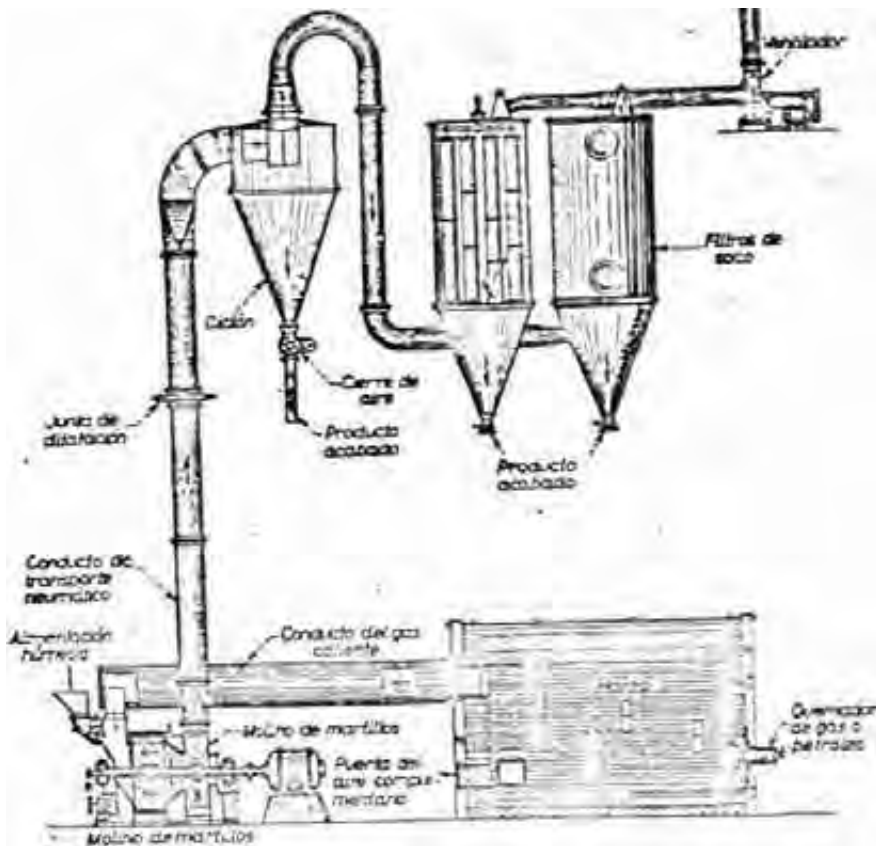


FIG:13 PLANTA RAYMOND

Las plantas existentes en el Perú son de alta temperatura, así la planta existente en Cañete y Huacho usan equipo Heil de baja capacidad y la planta Vitalfa de Chimbote usa un secador rotativo simple, la disposición de esta última planta se asemeja a las Plantas Van Der Broek.

### 5.3 ENSAYOS E INVESTIGACIONES:

A continuación indicaremos los ensayos realizados en Italia, sobre distintos desecadores de algalia por la Universidad de Milán. Estos ensayos han sido tomados de la bibliografía: La deshidratazione dei forraggi indogini sperimentale sui tipi d' impianti essicatori esistenti, escrito por los doctores Guiseppe Pellizi y Andrea Polesello.

Estos ensayos se encuentran recopilados en la Tabla 15, para una mejor apreciación de los resultados se ha extraído el promedio de cada una de las pruebas correspondientes a cada planta de producción y de las características que se pueden comparar estos promedios se encuentran presentados en la Tabla 16.

#### DISCUSION DE LOS ENSAYOS:

La discusión se realizará sobre los promedios obtenidos y presentados en la tabla 16, teniendo en cuenta que la planta ideal es aquella que sea de alta capacidad de procesamiento, de alta eficiencia tanto de producción como de evaporación, que tenga un consumo mínimo de combustible y que el calor por Kg de agua evaporada sea el mínimo, también que las pérdidas de sustancia seca sea el mínimo.

En la tabla 17 se ha asignado el puntaje correspondiente a la planta, de 1 a 5, teniendo en cuenta lo antes indicado.

En la tabla 17, la planta que ha obtenido el máximo puntaje es la Heil, con 39 puntos, seguido de la Lousville y luego la Van Der Broek, Es de indicar que la planta Templewod es una planta de alta eficiencia, pero de muy baja capacidad y da una harina de alta humedad, lo cual es una gran desventaja. En lo que respecta a la planta Arosio A63, es una planta de muy baja eficiencia, da una harina de alta humedad, siendo muy grande el calor consumido por Kg de agua evaporada.

La planta Van Der Broek es de baja eficiencia, tiene un alto porcentaje de pérdida de sustancia seca, es muy alto el consumo horario de combustible, y es alto el calor consumido por Kg de agua evaporada, pero su capacidad de procesamiento es muy alta.



La planta Louisville es de menor capacidad que la Heil, consume mas calor por kg de agua evaporada que esta última, aunque tiene mas eficiencia que ésta.

La planta Heil, es la planta que tiene una eficiencia aceptable. La planta Heil es de gran capacidad de procesamiento, no requiere de una cantidad grande de calor para evaporar un kg de agua, consume menos combustible que la Van Der Broek, evapora mas agua que la Louisville, en general su puntaje en la tabla 17 es de 39, lo que indica que es la planta que conjuga las propiedades de todas las plantas en un grado óptimo, por lo que según estas investigaciones, la planta recomendable a instalarse debe ser la Heil, pues es de gran capacidad y sus coeficientes de producción y deshidratación son aceptables.

TABLA 15 : ENSAYOS REALIZADOS

	Unid.	Planta Templewood			Planta Arosio		HEIL	P. Louseville		P. Van der Broek		
		P1	P2	P1s/m	1P	2P		1P	2P	1P	2P	3P
1) Duración de la Prueba	h	5.467	5.116	1.966	2.583	4.200	3.300	1.750	3.917	4.033	2.217	2.4833
2) Forraje fresco usado	kg	2455	2496	774	1711	3090	4850	1890	4610	6680	3750	4800
3) Humedad forraje fresco	%	75.8	76.7	76.0	83.2	82.5	78.4	76.7	77.0	78.6	69.9	75.2
4) Deshidratado Obtenido	kg	602.4	598.3	195.3	249	543	1041	4630	1030	1249	1145	1200
5) Humedad del Deshidratado	%	6.89	8.97	14.25	22.0	5.35	5.3	5.0	4.8	5.1	5.6	8.1
6) Pdción horaria efectiva	kg/h	110.2	111.9	99.3	96.5	134.1	315.5	264.5	263.0	311.0	521.0	483.0
7) Pdción horaria teorica	kg/h	129.7	136.1	133.2	285.0	213.0	430	338.0	350.0	520.0	770.0	610.0
8) Pérdida de sust.seca	kg	33.6	36.6	13.5	4.0	29.0	60.1	4.2	85.4	220	44.7	81.0
9) % de perdida en seco	%	6.1	6.5	7.6	1.4	4.9	5.8	0.9	9.2	17.2	3.5	5.8
10) Evaporac.horaria efect.	kg/h	332.7	363.7	287.3	360	624	1018.	5773.0	880.0	1120	1127	1354
11) Evaporac.horaria teorica	kg/h	354.7	393.3	354.7	942	937	1280	980.0	1036	1560	1580	1570
12) Coeficiente de producción	%	88.4	85.9	74.6	33.8	62.9	73.4	78.2	75.7	59.8	67.6	79.1
13) Coeficiente de deshidrat.	%	93.5	92.3	81.6	38.3	73.2	79.6	78.9	84.9	71.7	71.3	86.2
14) Consumo hbrario combust.	hg/h	32.12	32.65	---	42.0	43.0	114	90.0	94.2	151.0	149	148
15) Calor por Kg agua evap.	Cal/h	955.0	969.0	---	1960	1530	1028	1070	1045	1240	1160	995
16) Temperatura ambiente.	°C	20.0	24.0	20.0	22.0	18.0	29.0	17.0	24.0	18.0	30.0	27.0
17) Humedad atmosferica.	%H <sub>2</sub> O	67.0	66.0	67.0	70.0	98.0	83	80.0	78.0	70.0	65.0	87.0

LEYENDA: P1:Planta 1 ; P2: Planta 2 ; P1s/m:Planta 1 sin martillo ; 1P: Prueba 1 ; 2P: Prueba 2  
3P:Prueba 3.

TABLA 16 PROMEDIO DE LOS ENSAYOS

DENOMINACION	Unid. med.	Temple wood	Arosio A63	Heil	Louis ville	Van Der Broek
3) Humedad de alfalfa fresca	%	76.13	82.85	78.40	76.85	74.57
5) Humedad del deshidratado	%	10.04	13.67	5.3	4.9	6.27
6) Pdción horaria efectiva	kg/h	107.13	115.3	315.5	263.7	438.3
7) Pdción horaria teorica	kg/h	133.0	249	430	344	633.3
9) % Perdida en seco	%	6.73	3.15	5.8	5.05	8.83
10) Evaporac. Horaria efect.	kg/h	327.9	493	1018.5	826.5	1200.3
11) Evaporac. horaria teorica	kg/h	367.6	939.5	1280	1008	1570
12) Coeficiente de producc.	%	82.97	48.35	73.4	76.95	68.83
13) Coeficiente de Deshidrat.	%	89.13	55.75	79.6	81.9	76.4
14) Consumo horario Combust.	kg/h	32.35	42.5	114.0	92.1	149.33
15) Calor por kg agua evap.	$\frac{\text{Cal}}{\text{h}}$	962	1745	1028	1057.5	1131.7

TABLA 17 : EVALUACION DE LAS PLANTAS ESTUDIADAS

DENOMINACION	Temple wood	Arosio A63	Heil	Louis ville	Van Der Broek
3) Humedad del forraje fresco	2	5	4	3	1
5) Humedad del deshidratado	2	1	4	5	3
6) Producción horaria efectiva	1	2	4	3	5
7) Producción horaria teorica		2	4	3	5
9) % de perdida en seco	2	5	3	4	1
10) Evaporac. horaria efectiva	1	2	4	3	5
11) Evaporac. horaria teorica	1	2	4	3	5
12) Coeficiente de Pdción	5		3	4	2
13) Coeficiente de deshidratación	5		3	4	2
14) Consumo horario de Combust.	5	4	2	3	1
15) Calor por Kg de Agua evap.	5		4	3	2
PUNTAJE TOTAL :	30	24	39	38	32

#### 5.4 FACTORES TECNICOS:

Mundialmente el secado a alta temperatura de la alfalfa es mas aceptable, siendo la temperatura de secado comprendida entre 600°C y 900°C, la evaporación del agua tiene un efecto refrigerante sobre la hoja de la alfalfa lo que hace que ésta no se caliente demasiado como para que se destruyan las vitaminas y las sustancias nutrientes, el período de secado es de 30 segundos a 3 minutos según el peso del trozo de alfalfa a secarse.

Mundialmente tiene mas aceptación los secadores de alfalfa de los tipos de alta temperatura, a tambor rotatorio horizontal y los de tubo neumático vertical, por dar un mayor rendimiento y calidad. Así en Alemania se usa preferentemente el secador vertical Buttner. En Francia, Suiza, Holanda, Italia, Dinamarca y Estados Unidos se usa preferentemente el secador de tambor rotatorio horizontal tipo PROMILL, VAN DER BROEK, LOUISVILLE, HEIL, MIG y PROMILL. Se usan éstos por ser de fácil manejo y alta calidad y poseen control automático de temperatura.

Los RPM del secador rotatorio debe regularse de modo tal que no afecte demasiado la velocidad centrífuga de la partícula en el avance de ella.

La combustión del combustible debe ser perfecta, pues una combustión incompleta genera aldehidos que oxidan al caroteno, debe regularse exactamente la relación aire-combustible.

En lo que respecta a la finura, para lograrla se usa generalmente un molino de martillos, con orificios de; 1.2 a 1.5 mm aunque se pueden usar mas pequeños.

Los equipos de secado se construyen con capacidad entre 40 y 6400 kg de harina por hora, aunque se construyen algunos con capacidad de hasta 9600 kg de harina por hora. Esta capacidad depende de la clase de forraje, tamaño y uniformidad de los trozos y humedad, esta última varía en las hojas, variedad de alfalfa, la estación de corte, la hora de corte, pues en las mañanas es mayor la humedad que a medio dia.

La capacidad de los equipos se miden por la cantidad de agua evaporada por hora. Así una planta Modelo para los EE.UU. para una jornada de trabajo de 150-180 dias, con alfalfa de 75% de humedad es de una capacidad de 3400 kg de agua evaporada por hora.

La planta modelo anterior produce unas 27 tm dia (30 Tm cortas) trabajando 150 dias efectivos durante 24 horas, esto por disponerse de alfalfa solo en ese período.

#### 5.5 SELECCION DE LA TECNOLOGIA:

Teniendo en consideración los ensayos realizados por la Universidad de Milán presentados en la parte 5.3 y resumidos en la tabla 15, se observan que las plantas de baja temperatura son eficientes pero de muy baja capacidad, lo cual es una gran desventaja, pues se trata de tener plantas de gran capacidad, y según lo presentado en la parte 5.4, la tendencia actual es a usar la tecnología de alta temperatura por su gran capacidad y eficiencia aceptable.

Considerando que la tecnología de alta temperatura para la obtención de la harina de alfalfa es flexible, pues puede adaptarse para la obtención de otros productos especialmente deshidratados.

Además teniendo en cuenta la evaluación de las plantas hechas en la tabla 17, nosotros seleccionamos la tecnología de alta temperatura y de preferencia a la planta Heil, pues esta última tiene un funcionamiento económico, de eficiencia aceptable y dá un producto aceptado internacionalmente apto para su exportación, esto si se cumple con las recomendaciones indicadas.

En los equipos Heil, el secado se realiza en una operación casi adiabática en corriente paralela, el sólido húmedo se pone en contacto con el gas mas caliente. Mientras haya humedad no límite, la alfalfa se calentará solamente hasta la temperatura de bulbo húmedo del gas y por esta razón es posible secar por medio de un gas bastante caliente en flujo en paralelo.

Por ejemplo, un típico gas del humo resultante de quemar un combustible, el que puede tener una humedad de 0.03 lb de vapor de agua/lb de gas seco a 800°F, se halla a una temperatura de bulbo húmedo de solo 150°F. En cualquier caso, la temperatura de bulbo húmedo no puede exceder jamás el punto de ebullición del líquido a la presión existente.

A la salida del secador, el gas se habrá enfriado considerablemente y no dañará a la alfalfa.

El flujo paralelo también permite un mayor control del contenido de humedad del sólido que se descarga o alfalfa seca en este caso, pudiendo controlarse la temperatura y humedad de salida de la alfalfa.

En el caso del secador del equipo Heil, que es un conjunto de tres cilindros concéntricos, el aprovechamiento del calor de los productos de combustión es máximo, pues además del mecanismo de convección, se dan los de conducción y radiación. Lo que hace a este proceso muy económico.

## 5.6 DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA:

En esta parte haremos una descripción de tipo somera para dar una idea básica del proceso de obtención de la harina de alfalfa, usando la tecnología de alta temperatura, esto usando un deshidratador Heil, el proceso lo describimos con ayuda de la figura 13.

El proceso es el siguiente: El quemador (1) y la estufa (2), generan por combustión de petróleo diesel 2, gases de combustión, por medio de una combustión perfecta. Los trozos de la alfalfa fresca pasan del alimentador (9) al elevador transportador (3), el cual acarrea el material en una corriente uniforme al cilindro secador. La cubierta del transportador está sellada para impedir la entrada del aire exterior.

A medida que el tambor (4) ó cilindro triple de secado gira, la corriente de aire acarrea la alfalfa primero hacia a delante por el cilindro interno, luego en dirección opuesta por el cilindro externo. Las hojas sueltas de la alfalfa se secan casi instantáneamente y se apartan con rapidez del secador. Los tallos y otros más pesados requieren mas tiempo para secarse por retener mejor la humedad. Debido a su mayor peso estos trozos se mueven con menos rapidez en el interior de los cilindros y permanecen en ellos el tiempo necesario para secarse.

Un control termostático controla y regula automáticamente la temperatura del aire de escape (5).

El ventilador de escape del secador (6) produce la corriente de aire y extrae del secador la alfalfa seca para pasarlo al ciclón primario o recolector primario (8), en éste

se produce la separación de la alfalfa seca y el aire húmedo. En la base de este recolector se separan las partículas extrañas por gravedad y el producto seco pasa a una combinación de molino enfriador (7), en éste, es molido pasando a un segundo ciclón o segundo colector, donde se colecta la harina, aquí, puede envasarse o transformarse en pellets.

Es notable indicar que el secador es del tipo rotatorio con tres cilindros concéntricos, éstos cilindros están diseñados de modo tal que los dos cilindros interiores presentan superficies acanaladas que esparcen la alfalfa mejorando el secado, el cilindro interior presenta en su parte interna alas que cumplen igual función.

Este equipo Heil, es muy versátil, puede usarse para obtener una gran variedad de harinas y piensos, así por ejemplo se pueden deshidratar maiz forrajero, sorgos, forraje de soya, plátano, papas, hojas vegetales en general.

5.7 ESTUDIO DE LOS EQUIPOS: CALCULOS:

CALCULOS DEL SECADOR:

Puesto que el secado se va a realizar usando los gases de combustión producidos en la cámara de combustión, que en este caso hemos escogido como combustible el Petróleo Diessel N°2, se ha escogido éste, por no necesitar precalentamiento y por tener suficiente poder calorífico para nuestro fin que perseguimos. Empezamos este cálculo con el estudio o mejor con el cálculo de la temperatura teórica de la llama del Petróleo Diessel N°2.

CALCULO DE LA TEMPERATURA TEORICA DE LA LLAMA DEL PETROLEO DIESSEL 2:

La densidad mínima del petróleo diessel 2, es 26 grados API. Del Manual de Perry: (3era Edición Tomo II pag.2482).

Temperatura de destilación: Punto del 10%: 215°C

Punto del 90%: 357°C

Entonces el punto de ebullición medio ( $T_B$ ) será:

$$T_B = \frac{357 + 215}{2} = 286^\circ\text{C} = 546.8^\circ\text{F} = 1006.47^\circ\text{R}$$

Si la definición de grados API es:

$$\text{Grados API} = \frac{141.5}{G} - 131.5$$

Despejando y considerando API mínimo: 26, se tiene que la densidad relativa a 60°F (G) es 0.8984.

Considerando que el factor de caracterización U.O.P. (Universal Oil Products Company), simbolizado por K, se define como:

$$K = \frac{\sqrt[3]{T_B}}{G}$$

Reemplazando los valores hallados anteriormente en esta ecuación se tiene:

$$K = \frac{\sqrt[3]{1006.47}}{0.8984} = 11.1548$$



Del texto: Principio de los procesos químicos de Hougen-Watson Ragatz-1972, página 422 y 107, se obtienen las siguientes propiedades:

- Temperatura crítica: 898°F
- Peso molecular : 210
- Viscosidad cinemática a 122°F: 2.8 Centiestokes
- Viscosidad cinemática a 37.8°C: 4.3 "
- Calor de combustión total: 19040 Btu/lb: 10.575K cal/gr: 2220750 cal/mol-gr (de la página 325-Hougen-Watson).

Del manual de Perry antes citado, pag. 2487 obtenemos la composición química aproximada del petróleo Diésel 2:

C	:	85%
H	:	12%
S	:	0.8%
N	:	0.2%
O	:	1.0%
H <sub>2</sub> O	:	1.0%

Asumiendo combustión completa y productos generados de la combustión CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O (liq.), tomando como base 1 lb de combustible tenemos:

CALCULO DEL CO<sub>2</sub> GENERADO:

En 1 Lb de combustible hay: 0.85 Lbs de C: 385.9gr: 32.1583 at-gr de C.

Por conservación de C:

$$\begin{array}{l}
 \text{CO}_2 \begin{cases} \text{1 at-gr de C} \\ \text{2 at-gr de O} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} 32.1583 \begin{cases} 32.1583 \times 12 & 385.8996 + \\ (CO_2) & 32.1583 \times 32 & \underline{1029.0656} \\ & & \underline{1414.9652} \text{ gr} \\ & & (3.12 \text{ lb}) \end{cases} \end{array}
 \end{array}$$

CO<sub>2</sub> generado por Lb de combustible: 3.12 lbs.

CALCULO DEL AGUA GENERADA:

En 1 lb de combustible hay: 0.12 lbs de H: 54.48 gr: 54.48 at-gr de H por conservación de H:

$$\begin{array}{l}
 \text{H}_2\text{O} \begin{cases} \text{2 at-gr de H} \\ \text{1 at-gr de O} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} 27.24 \begin{cases} 27.24 \times 2 : & 54.48 \\ (H_2O) & 27.24 \times 16: & \underline{435.84} \\ & & \underline{490.32} \text{ gr} + \end{cases} \\ \text{Contenido de agua del comb.} & \underline{4.54} \text{ gr} \\ & \underline{494.86} \text{ gr} \end{array}
 \end{array}$$

H<sub>2</sub>O generado por lb de combustible: 1.09 lbs. (1.09 Lbs)

CALCULO DEL OXIGENO NECESARIO:

En 1 lb de combustible hay: 0.01 lbs:4.54 grs.

Oxigeno necesario  $1029.0656 + 435.84 - 4.54$   
 $1460.37$  (3.22 lbs)

Oxigeno necesario por 1 lb de combustible:3.22 lbs

CALCULO DEL AIRE NECESARIO:

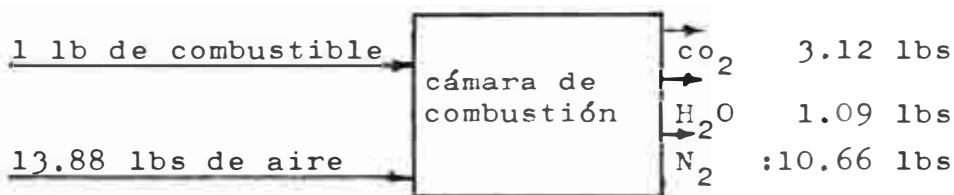
Composición del aire:

	% Vol	PM	% PESO
N <sub>2</sub>	79	28.16	76.80
O <sub>2</sub>	21	32.00	23.00

Aire necesario:  $\frac{3.22}{0.232} : 13.88$  lbs

Aire necesario por lb de combustible: 13.88 lbs

Resumiendo:



Puesto que el proceso de secado de la alfalfa es necesario una combustión completa, asumiremos un 30% de exceso de aire, entonces:

Ingresan : Combustible : 1 lb

Aire : 18.044 lbs

Salen : -CO<sub>2</sub> : 3.12 lbs : 1416.48 grs.: 32.19 grs-mol  
 -H<sub>2</sub>O : 1.09 lbs : 494.86 grs.: 27.49  
 -O<sub>2</sub> : 0.96 lbs : 435.84 grs.: 13.62 "  
 -N<sub>2</sub> : 13.86 lbs : 6292.44 grs.: 224.73

CALCULO DE LA TEMPERATURA DE LA LLAMA:

El calor de combustión es llevado por los productos de combustión. Como hemos tomado como base 1 lb de combustible, en una lb de calor total de combustión (Q<sub>c</sub>) es 2220750 cal/mol-grs: 4801261.5 calorías.

Si:

$$\sum H_p : [(N_{O_2})(C_{pmO_2}) + (N_{H_2O})(C_{pmH_2O}) + (N_{CO_2})(C_{pmCO_2}) + (N_{N_2})(C_{pmN_2})] (T-298K)$$

donde:

$N_{O_2}, N_{H_2O}, N_{CO_2}, N_{N_2}$  son las moles gra de  $O_2, H_2O, CO_2$  y  $N_2$  respectivamente.

$C_{pmO_2}, C_{pmH_2O}, C_{pmCO_2}, C_{pmN_2}$  son las capacidades caloríficas medias de los gases  $O_2, H_2O, CO_2$ , y  $N_2$  entre  $T$  y  $298^{\circ}K$

Puesto que  $\sum H_p = Q_c$ , se puede despejar  $t^{\circ}C$ . Por medio de tanteos asumimos una temperatura de llama, con esta temperatura de llama asumida hallamos las capacidades caloríficas medias y reemplazando estas en la ecuación anterior debe igualar o dar la temperatura asumida si esto no se da, se vuelve a asumir otra temperatura hasta obtener que la temperatura asumida sea igual a la temperatura calculada.

Realizando esta operación se llegó a que la temperatura de llama es de  $1847^{\circ}C$ , puesto que entre  $25^{\circ}C$  y  $1847^{\circ}C$ , los Cpm son:

- Cpm  $O_2$  : 8.365
- Cpm  $H_2O$  : 10.287
- Cpm  $CO_2$  : 12.973
- Cpm  $N_2$  : 7.939

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$t^{\circ}C : \frac{4801261.5}{[(13.62)(8.365) + (27.49)(10.287) + (32.19)(12.973) + (224.7)(7.939)]}$$

1847.7°C  
 Temperatura de la llama : 1847°C

CALCULO DEL SECADOR DE ALFALFA:

Como el secado se va a realizar a alta temperatura el sistema que se usa en este caso es el de corriente en paralelo, osea la corriente de la alfalfa y del gas caliente tienen el mismo sentido.

La alfalfa ingresará con una humedad promedio del 75% a  $20^{\circ}C$  o  $68^{\circ}F$ , saldrá del secador con una humedad promedio de 8% a  $65^{\circ}C$  o  $149^{\circ}F$  (De estudios de Gutziel y Sproul. Chem. Eng. Prog. 49,380 (1953)).

Calcularemos el secador para una capacidad de 300Kg/hora: 6600lb/hora de producto seco, que según el item de factores técnicos es una capacidad media de los secadores producidos actualmente.

La composición del gas de secado es el siguiente:

	Lbs	Grs	Grs-mol	% Volumen
CO <sub>2</sub>	3.12	1416.48	32.19	10.80
O <sub>2</sub>	0.96	435.84	13.62	4.57
N <sub>2</sub>	13.86	6292.44	224.73	75.41
H <sub>2</sub> O	1.09	494.86	27.49	9.22

Teniendo las siguientes características:

Peso molecular medio del gas húmedo: 28.99 grs/grs mol: 28.99 lbs/lb<sub>mol</sub>

Peso molecular medio del gas seco: 30.1056 gr/gr-mol: 30.106 lb/mol

Temperatura de entrada al secador: 900°C (dato de los secadores Heil)

Temperatura de salida del secador: 149°C: 300°F (dato de los secadores Heil).

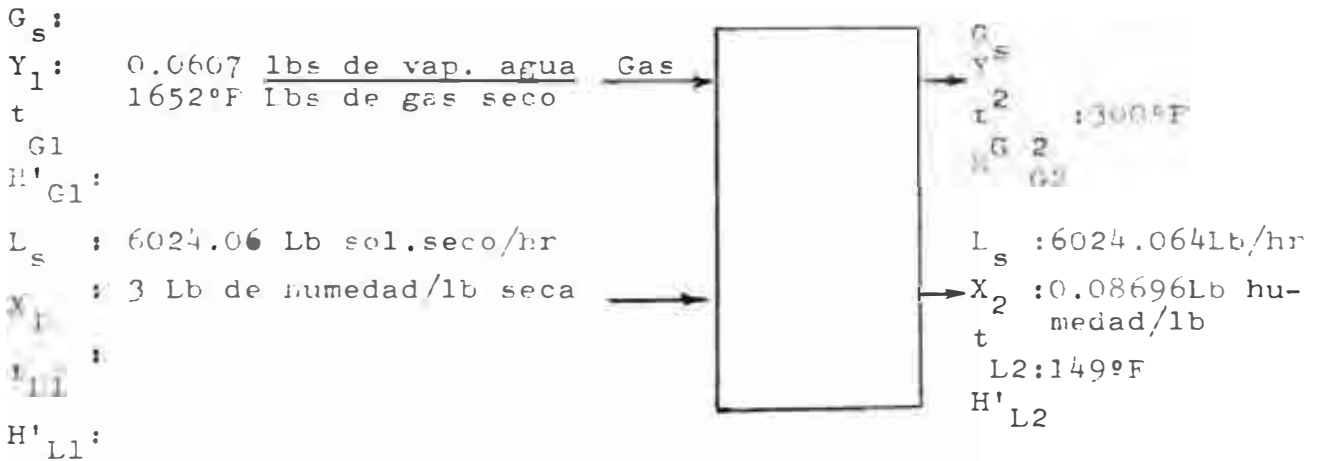
Para la alfalfa:

Densidad global: 20 lb/pie<sup>3</sup>

Capacidad calorífica: 0.37 Btu/lb°F

Se estima que las pérdidas de calor es de un 15% del calor del gas entrante.

Para efectos de una mejor visualización de este cálculo realizaremos el siguiente esquema:



El perfil de temperatura a lo largo del secador es:  
(Considerando inicialmente un secador tubular simple)

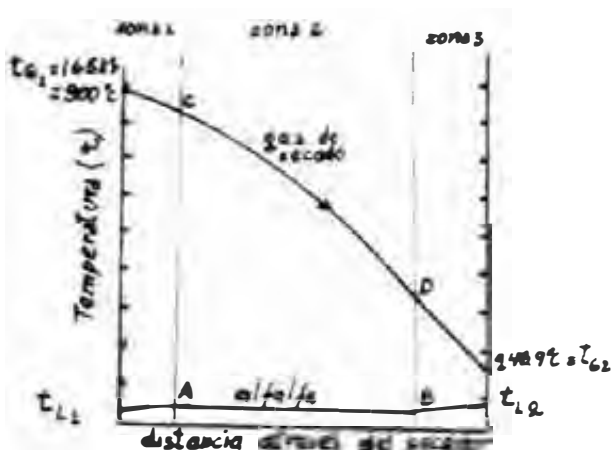


FIG:14 Gradiente de temperaturas en el secador rotatorio simple de flujo paralelo.

Zona I Zona precalentada. El sólido se calienta por el gas hasta que el régimen de transferencia calorífica a la alfalfa sea balanceada por las necesidades de calor para la evaporación de la humedad. Usualmente se produce aquí un poco de secado real.

Zona II Aquí la temperatura de equilibrio de la alfalfa permanece prácticamente constante mientras la humedad superficial y no límites se están evaporando, en el punto B se alcanza la humedad crítica de la alfalfa.

Zona III Aquí se produce un secado de la superficie no saturada y una evaporación de la humedad límite.

$$X_1 = 75 / (100 - 75) : 3 \text{ lbs de agua/lb de sólido seco/hr}$$

$$X_2 = 8 / (100 - 8) = 0.08696 \text{ " " " " /hr}$$

$$L_s = 6600(1 - 0.08696) : 6026.064 \text{ lbs de sólido seco/h.}$$

$$\text{Agua a evaporar} : 6026.064(3 - 0.08696) : 17554.165 \text{ lbs/hora}$$

Para efectos del cálculo de este secador tomaremos como BASE una mol de gas de secado.

Entonces. gas seco: 1-0.0922:0.9079 moles

	moles	lbs	Capacidad calorífica media Btu/lb mol <sup>o</sup> F-1652 <sup>o</sup> F-77 <sup>o</sup> F
CO <sub>2</sub>	0.108	4.752	11.74
O <sub>2</sub>	0.0457	1.4624	7.874
N <sub>2</sub>	0.7541	21.1148	7.443
Total peso seco:		27.3292	

Peso molecular medio del gas seco:  $\frac{27.3292}{0.9079} : 30.1016$

$$\frac{0.0922 \times 18}{0.9079 \times 30.1016} \quad 0.0607 \text{ lbs de agua/lb de gas seco}$$

$t_{G1} = 1652^\circ\text{F}$

Capac. Calorífica media del gas:  $C_{pm-1652^\circ\text{F}}$   
(1652-77°F)

$$C_{pm-1652^\circ\text{F}} = \frac{0.108 \times 11.74 + 0.0457 \times 7.874 + 0.7541 \times 7.443}{0.9079 \times 30.1016} : 0.2649 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$$

$t_{G2} : 300^\circ\text{F}$

Capacidad calorífica media del gas:  $C_{pm-300^\circ\text{F}}$   
(300-77°F)

$$C_{pm-300^\circ\text{F}} = \frac{0.108 \times 10.108 + 0.0457 \times 7.293 + 0.7541 \times 7.036}{0.9079 \times 30.1016} : 0.2462 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$$

Tomando como base la temperatura de 77°F, realizamos el cálculo de las ENTALPIAS:

Usaremos la siguiente ecuación:

$$H' : (C_B + Y' C_A)(t_G - t_o) + \lambda_o Y'$$

Donde:

- $H'$  Entalpia de la mezcla. por lb de gas seco
- $C_E$  Capacidad calorífica media del gas
- $t_G$  Temperatura del gas
- $t$  Temperatura de referencia o base
- $Y'$  Lbs de vapor de agua/Lbs de gas seco
- $C_A$  Capacidad calorífica del agua
- $\lambda_o$  Calor latente de vaporización a la temperatura de referencia

Reemplazando se tiene:

$$H'_{G1} : (0.2649 + 0.48 \times 0.0607)(1652 - 77) + 1075.2(0.0607)$$

$$: 528.37 \text{ Btu/lb de gas seco}$$

$$H'_{G2} : (0.2462 + 0.45 Y_2)(300 - 77) + 1075.2 Y_2$$

$$: 54.9 + 1175.55 Y_2 \dots\dots\dots (I)$$

Para el cálculo de la entalpía de la alfalfa usaremos la ecc.:

$$H'_L : C_L(t_L - t_o) + X C_A(t_L - t_o) + \Delta H_{\Delta}$$

Donde:

$H'_L$  : Entalpia del sólido húmedo a  $t_L$  referida al sólido y al líquido a la temperatura de referencia  $t_o$ , Btu/lb de sólido seco.

$C_L$ : Capacidad calorífica del sólido seco(alfalfa seca)Btu/lb°F

$C_A$ : Capacidad calorífica de la humedad como líquido.Btu/lb°F

$\Delta H_A$ : Calor integral de la humedad (o de absorción, hidratación o solución) referido al líquido puro ó sólido, a  $t_0$ , Btu/lb de sólido seco.

X Lb de  $H_2O$ /lb de sólido seco

Tomando  $\Delta H_A$  : 0, en esta última ecuación, tenemos:

$$H'_{L1} : 0.37(68-77) + 3 \times 1(68-77) + 0 = -30.33 \text{ Btu/lb sólido seco}$$

$$H'_{L2} : 0.37(149-77) - 0.8696(1)(149-77) = 32.90 \text{ Btu/lb sólido seco}$$

$$Q : \text{Pérdida de calor} : 0.15(528.37) G_s = 79.26 G_s \dots\dots\dots(II).$$

Realizando el balance de humedad:

$$L_s X_1 = G_s Y_1 ; L_s X_2 = G_s Y_2$$

ó

$$L_s (X_1 - X_2) = G_s (Y_2 - Y_1)$$

Reemplazando valores en esta última ecuación se tiene:

$$6026.064(3 - 0.08696) = G_s(Y_2 - 0.0607) \\ 17554.1165 = G_s(Y_2 - 0.0607) \dots\dots\dots(III)$$

Si consideramos el calor neto perdido por el secador (Q), entonces el balance de entalpía queda:

$$L_s H'_{L1} + G_s H'_{G1} = L_s H'_{L2} + G_s H'_{G2} + Q$$

Reemplazando valores en esta última ecuación se tiene:

$$6024.064(-30.33) + G_s(528.37) = 6024.064(32.90) + G_s(54.9 + 1175.55Y_2) + 79.26G_s$$

Reduciendo:

$$G_s \frac{380901.5667}{394.21 - 1175.55Y_2} \dots\dots\dots(IV)$$

Resolviendo las ecuaciones I, II, III, y IV, se obtienen:

Y 0.33036 lbs de vapor de agua/lb de gas seco

G 65097.40 lbs de gas seco/h

Q 5159619.924 Btu/h

$H'_{G2}$ : 443.2547 Btu/lb de gas seco

Como la temperatura aproximada de salida de la alfalfa es de aproximadamente 149°F. La superficie de la alfalfa está sometida a la radiación desde las paredes del secador, la temperatura de la superficie de la alfalfa en la zona II se estima en

aproximadamente 145°F.

Supondremos que en la zona II toda la humedad se evapora a 145°F.

Se tomará la zona I como zona de precalentamiento para calentar los sólidos húmedos a 145°F. sin secado.

La entalpía de la alfalfa a 145°F,  $X_1:3$  (punto A, Fig.14), será:  $H_1:0.37(145-68) - 3(1)(145-68):259.49$  Btu/lb de sólido seco  
Análogamente, la entalpía del sólido a 145°F,  $X_2:0.08696$  (Punto B, Fig:I), será:

$$H_2:0.37(145-68) - 0.08696(145-68):35.186 \text{ Btu/lb de sólido seco.}$$

Suponiendo que las pérdidas caloríficas en las tres zonas sean proporcionales al número de unidades de transferencia en cada zona y a la diferencia media de temperatura entre el gas y el aire que la rodea (68°F), las pérdidas caloríficas se prorratean (según cálculos hechos por tanteos) como: zona I:21%, zona II:65%, zona III:14%.

Definiremos CALOR HUMEDO ( $C_s$ ), como el calor necesario para elevar en 1°F, la temperatura de 1 lb de gas y del vapor que éste contiene a presión constante. Para una mezcla de humedad absoluta  $Y'$ , siempre que no se lleve a cabo una evaporación ni una condensación.

$$C_s = C_g + Y' C_v$$

CALCULOS PARA LA ZONA III :

El calor húmedo del gas saliente:  $0.2462+0.45 \times 0.33036$   
 $0.41356$  Btu/lb de gas seco °F

Un balance calorífico:

$$65097.40 \times 0.4136 (t_{GD} - 300^\circ\text{F}) : 6024.064 (35.186 - 32.9) + 0.14 (5159619.9)$$

De donde  $t_{GD}$ : Temperatura del gas en D (Fig:14):  $327.34^\circ\text{F}$

El cambio de temperatura en el gas, debido exclusivamente a pérdida es:

$$\Delta t'_G : \frac{6024.064 (35.186 - 32.90)}{65097.40 (0.4136)} \quad 0.5115^\circ\text{F}$$

La diferencia media de temperatura entre el gas y la alfalfa: promedio de  $(327.34-145):182.34^\circ\text{F}$  y  $(300-149):151^\circ\text{F}:166.67^\circ\text{F}$

:  $\Delta t_m$

$$N_{tOG} = \frac{\Delta t'_G}{\Delta t_m} = \frac{0.5115}{166.67} = 0.00307$$



CALCULOS PARA LA ZONA I:

El calor húmedo para el gas de entrada:  $0.2649 + 0.45 \times 0.0607$   
 $0.2922$  Btu/lb de gas seco °F

Un balance calorífico:

$$65097.40 \times 0.2922(165 - t_{GC}) : 6024.064(259.49 - (-30.33)) + 0.21 \times 5159619.924$$
$$: 2829414.414$$

De donde  $t_{GC}$ : temperatura del gas en C (fig.14):  $1503.25^\circ\text{F}$

$$\Delta t'_G : \frac{6024.064(259.49 - (-30.33))}{65097.40 \times 0.2922} : 91.785^\circ\text{F}$$

$$t_m : \text{med. de } 1503.25 - 145 : 824.125$$

$$\text{y } 1652 - 68^\circ\text{F} : 1584$$

$$\text{es } \frac{824.125 + 1584}{2} : 1204.07 \quad \Delta t_m$$

$$N_{tOG} : \frac{\Delta t'_G}{\Delta t_m} : \frac{91.785}{1204.07} : 0.076$$

CALCULOS PARA LA ZONA II:

$$\text{Calor húmedo medio del gas: } \frac{0.4136 + 0.2922}{2} : 0.3529$$

Cambio verdadero en la temperatura del gas:  $1503.25 - 327.34 : 1175.91^\circ\text{F}$

Cambio en la temperatura debido a la pérdida de calor:

$$\frac{0.65(5159619.92)}{65097.40 \times 0.3529} : 145.987^\circ\text{F}$$

$$\Delta t'_G \text{ debido a la transferencia de calor a la alfalfa: } 1175.91 - 145.987$$
$$: 1029.923^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_M : \frac{(1503.25 - 145) - (327.34 - 145)}{\ln((1503.25 - 145)/(327.34 - 145))} : 585.589^\circ\text{F}$$

$$N_{tOG} : \frac{\Delta t'_G}{\Delta t_M} : \frac{1029.923}{585.589} : 1.759$$

$$\text{Total } N_{tOG} : 0.003 - 0.076 - 1.759 : 1.834$$

Valor que cae dentro del intervalo indicado por el Manual del Ingeniero químico de John Perry, para que los secadores rotativos funcionen mas economicamente,  $N_t : 1.5$  a  $2$  (3ra.edic.pag. 1291).

TAMAÑO DEL SECADOR:

De la referencia Mass Transfer de Treybal, se ha tomado la relación empírica:

$$U_a : \frac{20 G^{0.16}}{D}$$

Si:

$$G_{\text{medio}} : \frac{G_s}{\frac{\pi}{4} D^2} \left( 1 + \frac{(0.0607 + 0.33036)}{2} \right)$$

$$G_{\text{medio}} : \frac{99091.00661}{D^2} \dots\dots\dots (V)$$

Reemplazando en la ecuación empírica:

$$U_a : \frac{126.0072}{D^{3.16}} \dots\dots\dots (VI)$$

Según el Manual de Perry: (Pag.1291)

$$4 \leq L/D \leq 10 \dots\dots\dots (VII)$$

y

$$N_t : \frac{38 L}{C_p G^{0.84} D}$$

Reemplazando valores en esta última expresión y despejando L/D, tenemos:

$$L/D : 0.0128 G^{0.84} \dots\dots\dots (VIII)$$

Usando la ecc. VIII y la ecc. V, para valores dados de D, calculamos G y L/D, los que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 18: CALCULOS DE D.G y L/D

D (pies)	G <sub>m</sub>	L/D
11	818.93	3.58
10	990.91	4.21
5.95	2798.98	10.00
5.90	2846.62	10.20

Según la ecuación VI, a menor D se obtiene mayor U<sub>a</sub>, y a mayor U mejor transferencia de calor, por lo que estamos interesados en el menor D que cumpla con la relación VII, según la tabla 18, este menor D es 5.95 pies y L/D:10, lo que da un L: 59.5 pies.

El volúmen del secador sería:  $\pi D^2 L / 4 : \pi (5.95)^2 59.5 / 4 :$   
1654.4 pies<sup>3</sup>

Dimensiones del secador rotatorio de un solo tambor:

D: 5.95 pies      1.81 metros  
L: 59.5 pies      18.1 metros

DIMENSIONES DEL SECADOR ROTATORIO TRIPLE (3 cilindros con  
céntricos):

Un secador triple proporciona aproximadamente 50% más de transmisión de calor total que un secador rotativo directo a un solo cilindro de la misma capacidad volumétrica trabajando a temperaturas análogas.

El volúmen total del secador triple sería el mismo que el del secador rotativo a un solo cilindro, osea: 1654,4 pies<sup>3</sup>.

Si tenemos en cuenta la siguiente figura:

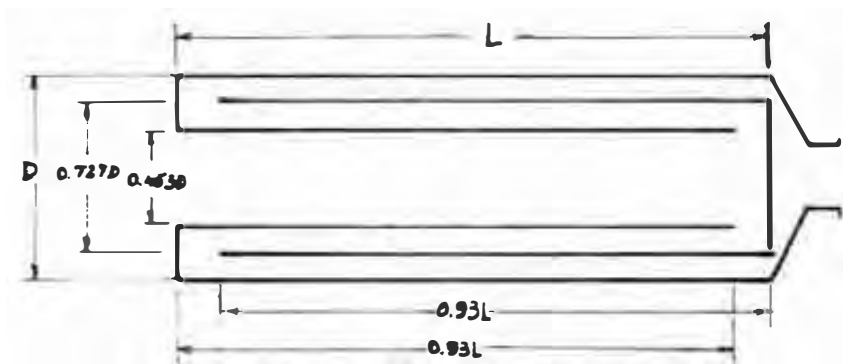


FIG: 15 PROPORCIONES DE UN SECADOR TRIPLE, TIPO HEIL

Tenemos que:  $L/D : 3$  y  $D^2 L \pi / 4 : 1654.4$  pies<sup>3</sup>, resolviendo:

D: 8.888 pies      2.71 metros  
L: 26.66 pies      8.13 metros

Aplicando las proporciones de la figura 15:

Para el cilindro interior:

D : 4.026ft:1.23 metros  
L : 24.79 pies:7.56 metros

Para el cilindro intermedio:

D    6.46 pies : 1.97 metros  
L    24.79 pies : 7.56 metros

Para el cilindro exterior:

D : 8.888 pies      2.71 metros

L : 26.66 pies      8.13 metros

Como este secador proporciona aproximadamente 50% más de transmisión de calor total, calcularemos la nueva capacidad de secado que será mayor que en el caso del secador simple:

El flujo nuevo de gas sería  $1.5G_s:97646.1$  Lbs de gas seco por hora y se podría obtener: 9900 lbs de harina de alfalfa/hr. 4500 kgs de harina de alfalfa/hr.

Además es interesante hacer notar que la forma superficial de los cilindros es tal como se muestra en la Figura 16.

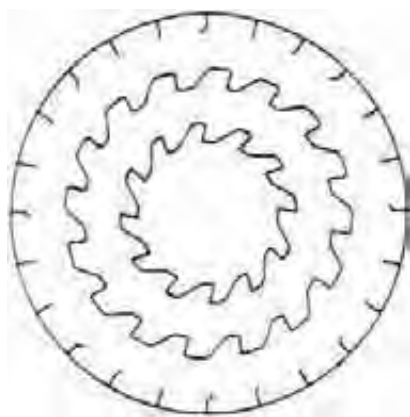


FIG:16 Forma superficial de los tres cilindros concéntricos del secador Heil

Este secador triple de alfalfa presenta dos pares de rodillos giratorios sobre los que descansa y gira. Los tres cilindros concéntricos están mecánicamente interconectados así ellos rotarán a la misma velocidad. El producto es repetidamente llevado a la parte superior de cada cilindro por vuelo interno-externo, así constantemente e íntimamente es regado el material através del aire caliente.

#### ESTUFA O CAMARA DE COMBUSTION:

La cámara de combustión para el tipo de secador que se usará será de tipo cilíndrica con eje horizontal, el material de construcción es acero y estará revestida con ladrillos refractarios, sus dimensiones aproximadas son: 3.8m de longitud por 1.5m de diámetro.

El eje de la cámara de combustión debe coincidir con el eje del secador para lo cual la cámara de combustión estará montada sobre soportes de acero.

Se usará un quemador de petroleo, puesto que el combustible que se usará preferentemente en este caso es petroleo, dispondrá de un quemador piloto, la tubería que conduce el petroleo cuenta con válvula de regulación, cierre de seguridad y válvula a solenoide a distancia, y válvula de regulación de presión, se suministrará bomba de petroleo y soplador de aire.

El quemador será del tipo Chorro, la presión del aire puede oscilar de varios gramos por centímetro cúbico hasta 0.25-0.35 Kg/cc, en la figura 17, se muestra dos posibles modelos de quemadores de petroleo:



FIG:17 Posibles quemadores de petroleo

CALCULO DE LOS GPH DE PETROLEO QUEMADO:

Se necesitan 6600 lbs de gas seco/hora para producir 3.0 toneladas de harina de alfalfa por hora usando un secador rotativo simple, del cálculo de la temperatura de la llama se sabe que una libra de combustible necesita 18.044 lbs de aire que en conjunto generan 19.044 lbs de gas seco, entonces:

$$\frac{6600 \text{ lbs/hr} \times 1 \text{ lb de combustible}}{19.044 \text{ lbs}} = \frac{346.566 \text{ lbs de comb/hr.}}{157340 \text{ gr de comb. /hr.}}$$

Si su densidad aproximada es de 0.8984 gr/cc, tenemos que se necesitan 175.134 litros ó 46.27 galones por hora.

Se necesitan: 46.27 GPI

El soplador que se usará será del tipo centrífugo, en este el aire ingresa por el ojo del impulsor, saliendo tangencialmente a alta presión.

En la figura 18. se muestra un detalle exterior de la estufa o cámara de combustión:



FIG:18 Detalle exterior de la estufa

VENTILADOR DE ESCAPE:

Se encuentra colocado a la salida del tambor de secado y su función principal es la de aspirar el producto seco y pasarlo al ciclón primario. Es un ventilador centrífugo de paletas rectas o placas de acero, pues es usual usar este tipo de ventiladores cuando el aire aspirado lleva partículas en suspensión. El ventilador dispone de seis paletas radiales y su eje es el mismo eje que el que usa el molino de martillos estando este eje conectado mediante una faja al rotor de un motor. La longitud de las paletas es de aproximadamente 40 cms.

CALCULO DE LOS M<sup>3</sup>/ Hr TEORICOS QUE DESPLAZARA EL VENTILADOR:

Para este efecto consideraremos el gas húmedo de escape y si como no tuviese partículas en suspensión.

Las libras de gas húmedo son: 65097.4 + 65097.4 x 0.33036lbs/lb mol.  
si el peso molecular medio es 28.99 lbs/lb mol.

Utilizando la ecuación ideal de los gases tenemos:

$$V: \frac{(86602.98 / 28.99) \times 1515 \text{ pies-lbf} / 1 \text{ b mol}^\circ \text{ R} \times 14.696 \text{ lbf pulg}}{14.696 \text{ lbf pulg}}$$

$$V: 1727335.308 \text{ pies cúbicos/hora}$$

$$V: 48912.69 \text{ m}^3/\text{hr}$$

El ventilador va a ser accionado por un motor de aproximadamente 8 HP y 1800 RPM.

CICLONES:

Son en número de dos y son usados el primero para reali-

zar la separación de la alfalfa seca del gas de secado y el segundo para separar las partículas de harina de alfalfa en suspensión después de la molienda.

En la figura 19, se muestra las medidas características de los ciclones que usarán y en la tabla 19 se encuentran el valor de estas dimensiones.

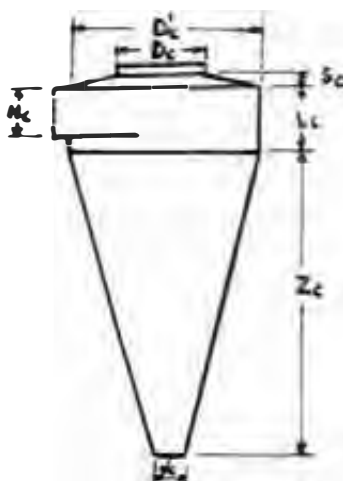


FIG:19 MEDIDAS CARACTERISTICAS DE LOS CILONES

TABLA 19: DIMENSIONADO DE LOS CICLONES

CARACTERISTICA	PRIMER CICLON	SEGUNDO CICLON
$D_e$	96 cm	72 cm
$D_c$	208 cm	148 cm
$L_c$	68 cm	52 cm
$Z_c$	324 cm	264 cm
$h_c$	56 cm	32 cm
$J_c$	36 cm	38 cm
$S_c$	16 cm	12 cm

Según el dimensionado presentado en la tabla 19, podemos ver que el ciclón número dos es más angosto, lo que le da una mayor eficiencia en separación de partículas más pequeñas que en el caso del primero, esto era de esperar pues en el segundo ciclón se separan partículas más pequeñas resultantes de la molienda.

Es interesante hacer notar que en el ciclón primario el producto seco sufre un rápido enfriamiento y a la vez un secado residual. En la parte inferior del primer ciclón existe un separador magnético que separa las partículas de metal introducidas accidentalmente al secador, además el material seco a la

salida del ciclón primario es transportado neumáticamente al molino de martillos, este transporte permite que las partículas extrañas sean separadas por medio de la gravedad, ya que de no ser separadas podrían introducirse al molino y dañar las cribas moledoras.

#### MOLINO DE MARTILLOS:

El molino que usará esta unidad productora de harina de alfalfa para uso de alimentación animal preferentemente, será un molino de martillos, en el que se combina la molienda con un secado residual, pues la gran velocidad periférica de las cribas moledoras lo hacen actuar como ventilador aspirando el material seco de las bases del primer ciclón y una vez molido éste lo impulsa a grán velocidad al segundo ciclón, la fricción generada en la molienda es la que produce el secado residual, resultando una diferencia mínima entre el contenido de humedad entre las hojas y los tallos (harina resultante).

En la figura 20 se muestra un detalle del molino de martillo a utilizarse.

Este molino dispondrá de un juego de cribas moledoras las que podrá usarse de acuerdo al grado de finura que se desee alcanzar, pues el molino dispondrá de una compuerta através de la cual puede realizarse con facilidad este cambio.

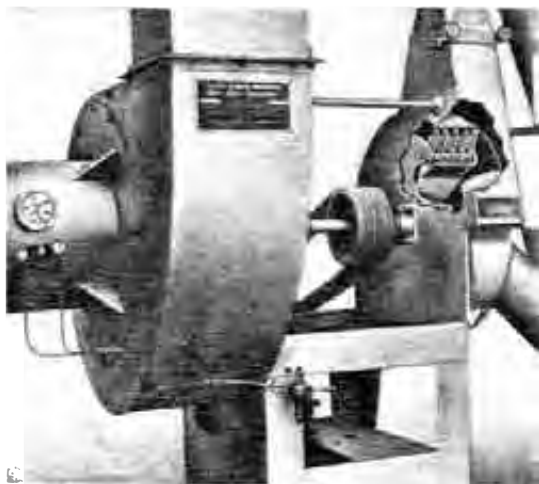


FIG:20 DETALLE DEL MOLINO DE MARTILLOS Y VENTILADOR

Para efectos de producir una harina de alfalfa para consumo animal se recomienda que los orificios de la criba del molino tengan un diámetro comprendido entre 1.2 y 1.5 mm, lo que indica que esta harina debe pasar totalmente la malla Tyler N°



10 ó pasar totalmente el tamiz N°12 ASTM Std. spec.E.11-26.

Para efectos de producir una harina para consumo humano la finura debe ser mayor.

El molino estará accionado por un motor de 8 Hp y 1800RPM

#### DUCTOS:

El ducto que une la salida del tambor de secado con el ventilador es circular o mejor dicho de sección transversal circular con diámetro aproximado de 60 cms y una longitud aproximada de 50 cm, en este ducto se encuentra un medidor de temperatura de los gases de secado.

El ducto que une la salida del ventilador de escape con el ingreso del primer ciclón es de sección cuadrada, manteniendose esta sección constante através de todo el ducto, siendo el lado de este cuadrado 50 cms. Su longitud aproximada es de 3.8 metros.

El ducto que une la salida del molino de martillos con el ingreso al segundo ciclón es de sección circular, manteniendose esta sección constante en toda su longitud, siendo su diámetro aproximadamente de 25 cms y su longitud de aprx. 10 metros.

#### ALIMENTADOR:

Estará continuamente activo. es de velocidad variable, alimentación ajustable manualmente, presenta una especie de banda transportadora metálica en forma de planchas metálicas que acarrear la alfalfa descargada através de su amplia compuerta que se adapta al ancho de cualquier camión o remolque corrientemente usado, en la parte superior de este alimentador se encuentran dos especies de molinetes que se encargan de igualar la carga admitida que pasará al transportador, este transportador recibe una alimentación uniforme y es encargado de elevar esta alimentación hasta la compuerta de admisión del tambor secador, este transportador consta de un ducto através del cual se mueve constantemente un tornillo sinfin, la cubierta del transportador está sellada para impedir el ingreso de aire externo al secador.

En la Figura 21, se muestra un detalle del alimentador.



FIG:21 DETALLE DEL ALIMENTADOR

MOTORES:

Un motor de 8 HP se usará para accionar el ventilador de escape y el molino de martillos. Este motor tendrá 1800 RPM.

Un motor de 1 Hp y 1200 RPM para el secador

Un motor de 1-1/2 HP y 1200 RPM para accionar el alimentador.

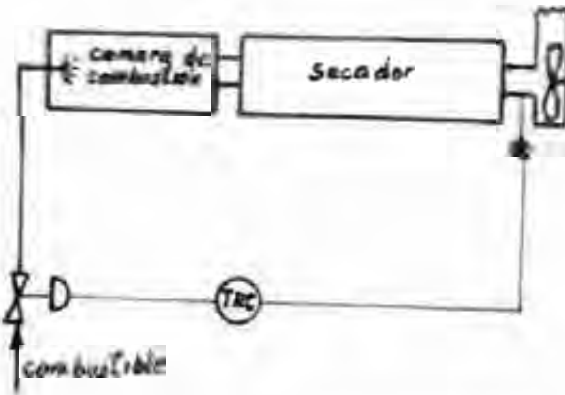
Un motor de 1-1/2 HP para accionar el soplador de aire, este motor será de 3600 RPM.

Un motor de 1/3 HP y 1800 RPM para accionar la bomba de petróleo.

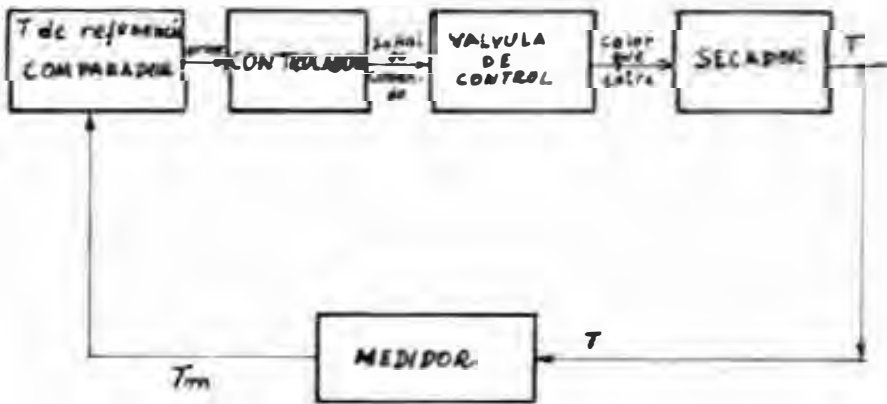
Todos los motores con excepción de este ultimo pueden usar corriente eléctrica trifásica, de 60 ciclos y 220v, pudiendo el último motor usar corriente de una sola fase.

CONTROLES:

La medida variable es la temperatura de salida de los gases de secado en la salida del tambor de secado y la variable controlada es la cantidad de calor suministrado al secador, otra variable medida es también la temperatura de ingreso de los gases de combustión, existiendo en el panel de control dos controladores y registradores de temperatura, uno para los gases de entrada y otro para los gases de salida del secador, este control se realiza por realimentación, así pues el medidor de temperatura emite una señal, la que es comparada con un patrón establecido, si la temperatura medida se sale del intervalo permitido, automáticamente es afectada la variable controlada o sea el calor entreado al secador por variación en el flujo de combustible, esto permite controlar la humedad de salida con un error de 0.5%, y sin degradación del color del producto seco en la figura 22 se detalla el control de la temperatura de los gases de salida del secador.



(a)



(b)

FIG:22 a)Esquema de control de temperatura de los gases de salida del secador. b)Diagrama de bloque del sistema de control de la temperatura de salida de los gases del secador.

Además en el panel de control figurarán indicadores de la posición de la válvula de combustible, sistema indicador de la condición de la llama, botón eléctrico de emergencia de cierre del quemador, arrancador e interruptor de la marcha del motor del secador y del molino. También existe un control de tiempo de purga, válvula de solenoide de seguridad en la línea de combustible, sensores de corriente, todos los códigos de seguridad F.I.A \ C.S.A pueden ser cumplidos con sobre respuesta.

### 5.8 SELECCION DEL TAMAÑO DEL SECADOR:

Según lo expuesto en el ítem 5.3 y 5.5, el secador a usar se sería un secador proporcionado por la firma HEIL, esta firma proporciona secadores de tres tamaños o modelos, siendo estos los siguientes: Mod. SD 105-32A: Mod. SD 90-28; Mod.SD 75-22. Cuyas capacidades pueden ser obtenidas de la figura 23, puesto que la capacidad de cualquier secador depende de la humedad a procesar, es obvio que en este caso a mayor humedad de la alfalfa

fa la capacidad será menor y a menor humedad de la alfalfa la capacidad de procesamiento del secador aumenta.

Puesto que la humedad promedio de la alfalfa a procesar es de 75%, a este porcentaje el modelo SD 75-22. tiene una capacidad de 950 kg/hr, el modelo SD 90-28 tiene una capacidad de 1910 Kg/hr, el Modelo SD 105-32A tiene una capacidad de 3000kg/hr.

Según el ítem 4.1, suponiendo que nuestra planta a instalar desplazaría del mercado a las plantas existentes, puesto que la harina que se produciría sería de excelente calidad, se calcula que se necesitarían para cubrir la demanda total del año 1982, del modelo SD 75-22, 20 unidades; del modelo SD 90-28, 10 unidades, y del modelo SD 105-32A se requieren 6 unidades. Considerando que estas unidades requieren cada una de un operario, de alimentadores y ensacadores del producto, además del mantenimiento respectivo, del gasto de instalación y espacio a ocupar, se concluye que un lo óptimo es usar un mínimo de secadores, puesto que así se minimizan los costos de personal, mantenimiento, espacio. La apreciación anterior se ha realizado considerando una jornada de trabajo de 8 horas, osea un solo turno.

Por lo expuesto anteriormente se concluye que nuestra planta a instalar usaría secadores del modelo SD 105-32A, cuya capacidad según las horas que se trabaje sería las siguientes:

Un solo turno	7200 TM/año
Dos turnos	14400 TM/año
Tres turnos	21600 TM/año

Por lo que si se instalan dos secadores Heil modelo SD 105-32A y se trabaja a tres turnos practicamente se cubriría toda la demanda de harina de alfalfa, pero como toda empresa inicialmente encuentra resistencia para colocar sus productos se recomienda que se instale inicialmente un solo secador y se trabaje un solo turno, y conforme se vaya demostrando la calidad del producto se vaya ampliando los turnos y luego se instale el segundo secador.

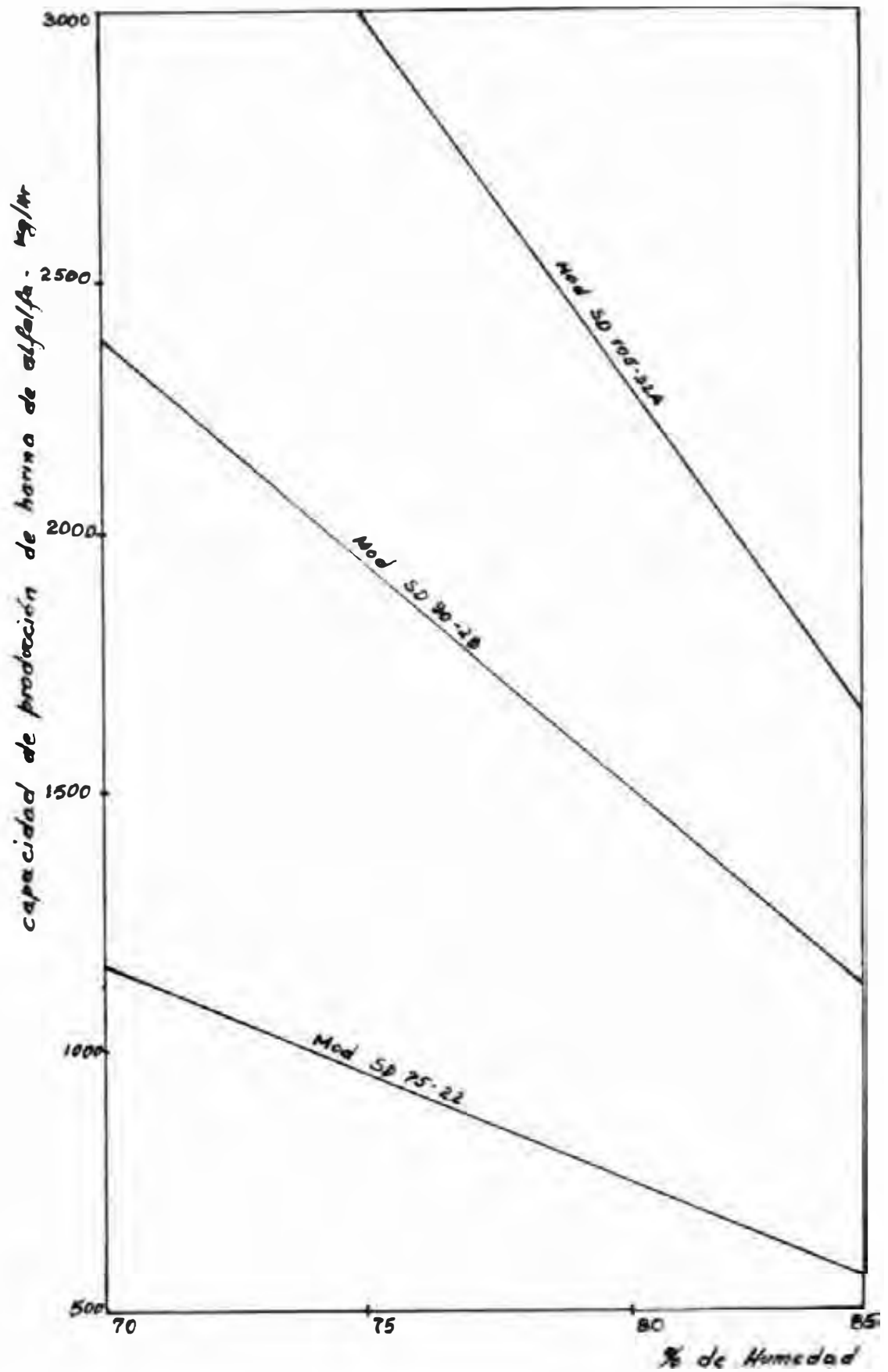


FIG:23 VARIACIONES DE LAS CAPACIDADES DE 3 DESHIDRATADORES HEIL EN FUNCION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ALFALFA FRESCA.

## 5.9 ESPECIFICACION DE LOS EQUIPOS:

Considerando que la firma que, proporcionará el equipo de secado es la "THE HEIL CO" ubicada en Milwaukee, Wisconsin, Estados Unidos de Norteamérica y esta puede proporcionar plantas completas, así para efectos de especificar el equipo basta indicar el modelo de la planta, que en nuestro caso es el Modelo SD-105-32A, esta planta incluye: Cámara de combustión con su quemador, soplador, motor, ladrillos refractarios, etc. Sistema de alimentación, tambor, secador, ventilador de escape, molino de martillos, ductos, ciclones y es opcional la adquisición de picadoras-cosechadoras, equipo de mantenimiento.

Si se desearía adquirir o construir separadamente los equipos, se podrían especificar del siguiente modo:

Secador: Material: Acero, tambor constituido de tres cilindros concéntricos, de proporciones y medidas las indicadas en la Figura 15.

Cámara de combustión: Material: Acero revestido de ladrillos refractarios, de 3.8 m de longitud y 1.5 m. de diámetro, con quemador ahorro de petróleo y soplador de aire, con capacidad de ignición de más de 46.27 GPH de petróleo.

Ventilador: Material: Acero, de 48912.7 m<sup>3</sup> de desplazamiento, movido por motor de 8HP y 1800RPM.

Ciclones, Material: Acero, detalles indicados en la Tabla 19

Molino de martillo: Material: Acero, cribas de 1.2 a 1.5 mm, accionado por motor de 8 HP y 1800RPM.

Ductos: Detalles indicados en la Página:84

Alimentador: Material: Acero, alimentador automático Mod.KG 32-E-116 Heil.

Obviamente que si se desea realizar la construcción de estos equipos se tiene que recurrir a personal especializado en diseño y construcción de equipos mecánicos y estos deberán hacer los estudios pertinentes de ingeniería de detalle, pues lo anteriormente indicado no es completo, solo trata de dar una idea del equipo a usar.

En conclusión para efecto de este estudio, la especificación general de la Planta es: Planta Deshidratadora de harina de alfalfa Heil, modelo SD-105-32A, de capacidad: 3000 Kg/hr,

usando alialia de 75% de humedad, puesto que la firma norteamericana The Heil Co. Proporciona la Planta completa para proceder a su instalación.

#### 5.10 DISTRIBUCION DE PLANTA:

Puesto que es preferible que el equipo de deshidratación se encuentre en un recinto techado, recomendamos se considere un techo económico sobre este equipo, el almacén de harina de alfalfa debe ser un recinto adecuado para almacenamiento de harinas, debe poseer la ventilación suficiente y la facilidad para el embarque en camiones de los sacos de harina.

En la figura 24, se muestra la vista de planta de todas las instalaciones, se ha previsto espacio suficiente para la instalación de un segundo secador, con posibilidad de poder ampliar a un tercero.

Es interesante anotar que de procederse con otras ampliaciones e incrementos futuros de secadores, se debe hacer converger los ciclones a una sola zona, para así poder centralizar el ensacado y así facilitar el transporte hacia el almacén de harina de alfalfa.

#### 5.11. SEGURIDAD INDUSTRIAL:

El supervisor de la Planta debe velar para que las normas de seguridad se cumplan tanto ya sea por los operadores como por las personas que ocasionalmente lleguen a la Planta.

Los lugares críticos que pueden producir accidentes son preferentemente los siguientes:

Fajas de transmisiones tanto del motor que acciona al eje del ventilador y molino, como del motor que acciona al secador, se recomienda que se coloquen defensas de malla metálica.

Tambor secador, puesto que girará a aproximadamente 10 a 15 RPM, se recomienda que el acceso al recinto del secador esté controlado.

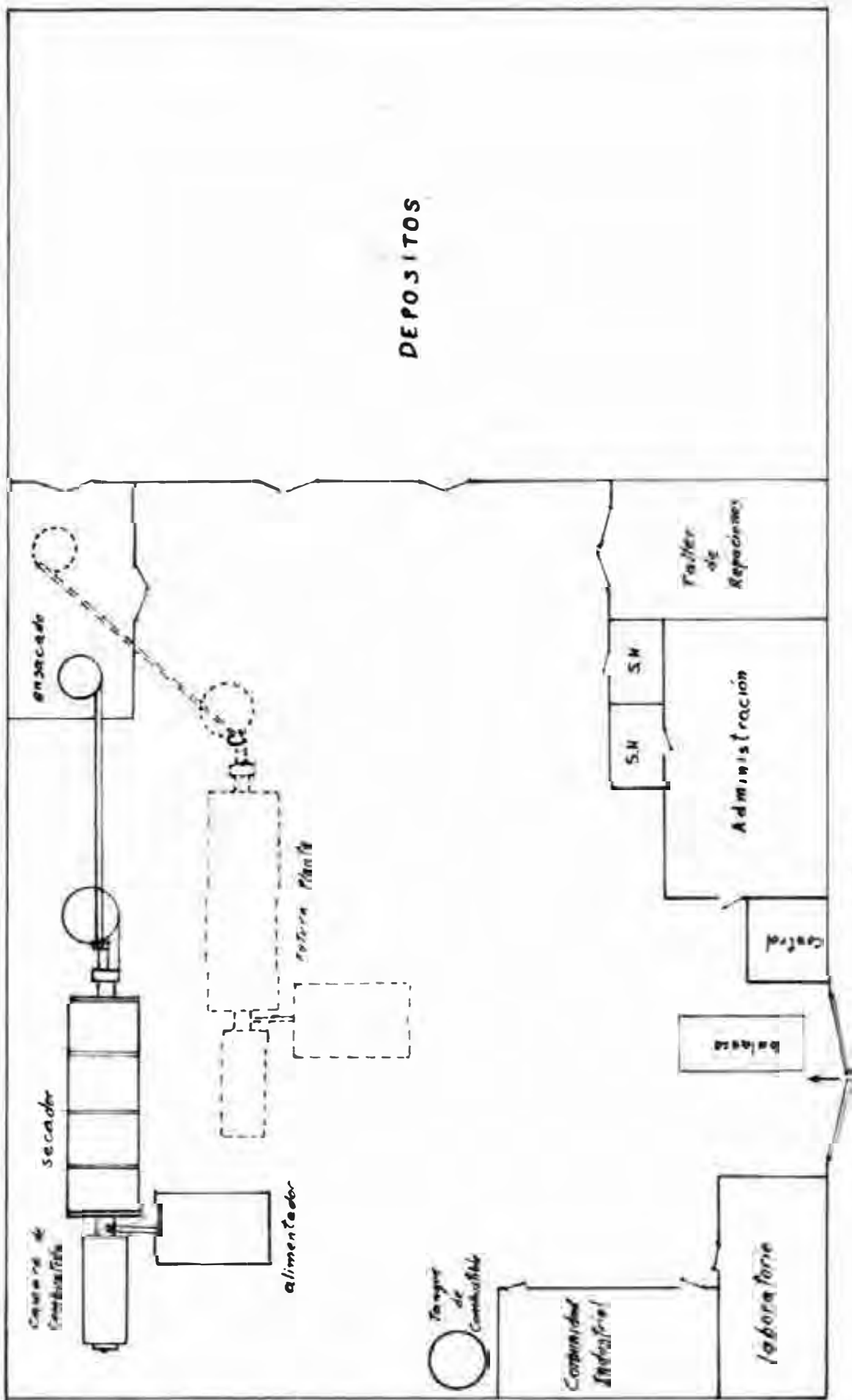
Ensayado. En el lugar en que se realiza el ensacado de la

harina de alfalfa de gran finura, debe evitarse que su concentración en el aire sea menor que la máxima permisible para producir un incendio. En este recinto debe estar prohibido fumar. Es recomendable que el personal que realice este ensacado esté provisto de máscaras filtradoras de polvo y exista la ventilación adecuada.

Tanque de combustible. Aunque el petroleo no es facilmen-  
te quemado en estado de no pulverización, por previsión  
de incendios debe prohibirse fumar o quemar desechos cer-  
ca de este tanque.

Es recomendable que el supervisor de planta reuna a todo  
el personal por lo menos una vez al mes y en conjunto se anali-  
ce las zonas que representen peligro potencial de accidentes e  
incendios. A la vez deben estar preparados para combatir todo  
tipo de incendios que puedan producirse y prestar primeros au-  
xilios.





DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

## 5.12 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO EN OPERACION:

El equipo en general debe protegerse de la corrosión atmosférica o de la oxidación ya sea por medio de pintura o por aplicación de impermeabilizante (grasa).

Todas las piezas sometidas a fricción deben tener su programa de aplicación de lubricantes.

Debe realizarse un programa de mantenimiento preventivo de todas las instalaciones de la Planta e inspección.

Las labores mas importantes de mantenimiento son las siguientes:

Inspección de los sistemas de seguridad del secador

- Revisión de los quemadores de petroleo

- Inspección de todas las líneas de combustible y aire para verificar su hermeticidad.

- Inspección de todas las partes móviles y anotar el grado de desgaste, y preveer con anticipación su sustitución.

- Verificar la hermeticidad de los ductos que unen los ciclones.

- Inspección de las instalaciones eléctricas en el secador y en toda la planta para evitar corto-circuitos.

- Afilado de las cuchillas de la cosechadora-picadora, y el alineamiento del rotor de la picadora.

- Puesto que para el perfecto funcionamiento de toda la Planta se necesita del concurso de camiones transportadores de alfalfa, si estos son de propiedad de la Empresa, ésta debe disponer de un taller donde a estos vehiculos se les pueda dar un adecuado mantenimiento.

## CAPITULO 6 CONTROL DE CALIDAD

### 6.1 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO Y LA MATERIA PRIMA

El control de la calidad tanto de la materia prima como del producto final ó sea la harina de alfalfa son muy importantes, por no decir cruciales para el éxito de la empresa a constituirse.

Una materia prima de alta calidad genera una harina de alta calidad, puesto que la planta a instalarse programará y de ser posible supervisará los cultivos de modo tal que la alfalfa al cosecharse sea de alta calidad en la época de 1/10 de floración. pero a manera de rutina se debe analizar el contenido de caroteno, de proteínas de fibras, la a humedad. Preferentemente el análisis debe realizarse antes de proceder a realizar el corte pues si la alfalfa no cumple las normas mínimas para dar una harina de alfalfa de calidad aceptable, este lote debe ser rechazado.

Este análisis de la alfalfa fresca es muy importante, puesto que la calidad de la calidad de la alfalfa dependerá la calidad de la harina. Estos análisis deben programarse de modo tal que se conozcan las calidades de los lotes de alfalfa antes de proceder a su corte.

A manera de verificación se debe analizar el contenido de caroteno, de proteínas, de fibra y de humedad en la harina de alfalfa también se puede realizar estos análisis para comprobar el perfecto funcionamiento de el secador. Con la practica se podrá predecir que procesando determinada calidad de alfalfa se puede obtener determinado tipo de harina de alfalfa (ver -- item 3.2) de allí la importancia de el análisis de los lotes de alfalfa fresca.

Para realizar el análisis de los lotes de alfalfa fresca se debe proceder a aplicar las técnicas propias de control de calidad. así según la extensión de la plantación existe un número adecuado de muestras representativas a tomar (tablas estadísticas existentes) también el tamaño de la muestra que se toma está en función de esta extensión.

Una vez que se ha tomado las muestras representativas, se procede a su homogenización y de esta mezcla homogenizada se pueden tomar las porciones a analizar que pueden ser en un mínimo de tres porciones (se recomienda en plantaciones demasiado extensas tomar un número mayor o proceder a dividir esta plantación en lotes)..

De las tres muestras analizadas como mínimo se obtendrán tres datos, el promedio de estos será el resultado respectivo para cada análisis.

Si se quiere una mayor precisión, puede incrementarse el número de porciones a analizar, pues así la desviación estandar disminuye y el error es menor. Aunque existe un límite que está dado por la eficiencia de el procedimiento de análisis.

A continuación se relatan los métodos químicos de análisis que pueden aplicarse para efectuar este control de calidad

#### 6.2.- DETERMINACION DE LA HUMEDAD.

Pesar una cantidad de muestra que represente de 3-5 gr de extracto seco, en una capsula de porcelana tarada.

Desechar en una estufa al vacío a 95-100°C con una presión que no exceda de 100 mm de Hg, o en una estufa corriente a 110°C hasta peso constante.

NOTA - Tomar las precauciones necesarias pues el residuo seco se emplea para la determinación de cenizas, calcio, fosforo y hierro.

#### 6.3.- DETERMINACION DE LAS CENIZAS.

Colocar en una mufla fría la cápsula con el residuo seco de la determinación de la humedad o una cantidad de la muestra original que represente 3-5 gr de extracto seco.

Incinerar a 600°C durante 3 horas o más. Enfriar, agregar gotas de  $\text{HNO}_3$  (1 + 4) para humedecer las cenizas.

Evaporar a calor suave

Incinerar nuevamente en mufla a 600°C hasta cenizas libre de carbón.

Enfriar en desecador.

Pesar.

Antes de determinar el calcio: A la capsula de porcelana con cenizas agregar 6ml de HCl(1+1), calentar 30 min evitando que llegue a sequedad. Pasar a fiola de 50 ml lavando con agua bi-distilada.

#### 6.4.- DETERMINACION DEL CALCIO

Método volumetrico con  $\text{KMnO}_4$  al estado de oxalato de amonio, Tomado del A.O.A.C. 7a.edición, 1950.

a) PRINCIPIO: El calcio de la muestra es precipitado con oxalato de amonio a PH 5 y luego con ácido sulfurico se libera el oxalico el cual es titulado con  $\text{KMnO}_4$ .

b) REACTIVOS:

Acetato de sodio al 20% en agua.

Verde de Bromocresol: Disolver 0.1 grs del indicador en 7.15 ml de NaOH 0.02N y diluir a 250 ml con agua.

$\text{NH}_4\text{OH}$  al 2%.

HCl (1+ 4).

Oxalato de amonio al 3%.

Acido Sulfurico(1 + 4)

$\text{KMnO}_4$  0.01 y 0.02N: Preparar una solución 0.1N disolviendo 4.0 grs de  $\text{KMnO}_4$  en un litro con agua bidestilada.

Digerir la solución durante varias horas cerca del punto de ebullición filtrar através de filtro de vidrio y al vacío Para la solución 0.01N diluir el stock 1:10

Un ml de  $\text{KMnO}_4$  0.02N equivale a 0.4 mgrs de calcio, standarizar cada vez que se vaya a usar con una solución standar de oxalato de sodio desecado en estufa, en 100 ml de agua que contenga 1 ml de ácido sulfurico.

Un ml de la solución de oxalato equivale a 1 mgr de calcio.

#### PROCEDIMIENTO:

Transferir 5 ml de la solución de cenizas o una alicuota que tenga no más de 1-2 mgr de calcio a cada uno de 2 tubos cónicos de centrifuga de 15 ml.

Hacer paralelamente una prueba de blanco.

Agregar a cada tubo 1 ml de acetato de sodio al 20%.

Agregar 4 gotas de verde de bromocresol(igual cantidad para cada tubo).

Ajustar a PH 4.5 con HCl o  $\text{NH}_4\text{OH}$  según sea el caso. Agregar a cada tubo 1 ml de oxalato de amonio al 3% Mezclar, reposo a 4 horas a  $60^\circ\text{C}$  o toda una noche en frio.

Centrifugar y decantar bien.

Lavar cada tubo con 2 ml de ácido sulfurico (1+4) desde una pipeta, soplando con fuerza a fin de romper el precipitado.

titular hasta que una debil coloración rosada persista por un minuto.

CALCULOS:

Titulo  $\text{KMnO}_4$  x (ml de  $\text{KMnO}_4$  gastados por alicuota x 100 / peso de muestra) menos el Blanco : %Ca

Cualquier residuo de  $\text{MnO}_2$  en el material se puede limpiar tratando con una solución de hiposulfito de sodio.

#### 6.5.- DETERMINACION DEL FIERRO.

##### a) PRINCIPIO:

Al tratar la solución de ceniza con mezcla de Hidroxil - amina, o-fenantrolina dando una coloración roja.

La intensidad de la coloración es proporcional a la cantidad de fierro existente.

##### b) REACTIVOS:

preparar todos los reactivos con agua bidestilada. Lavar el material con  $\text{HNO}_3$  (1+4) y luego con agua bidestilada.

O-Fenantolina, al 0.25%. Disolver 250 mgr de 1,10 o-fenantrolina a 100 ml. Con ácido clorhidrico 0.1N.

"Buffer" de acetato de PH 4.6: Titular 50ml de ácido acetico (glacial) con NaOH 10N hasta coloración roja de fenantrolina. Enfriar con agua y agregar otros 50 ml de ácido acético y diluir a 500 ml con agua.

Hidroxilamina clorhidrica al 10%: Disolver 20 grs de Hidroxilamina clorhidrica y 1 gr de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  en 100ml de agua. Ajustar a PH 8 con  $\text{NH}_4\text{OH}$ , calentar para ayudar la precipitación. Filtrar (papel Whatman de 44). Ajustar a PH 2.5 con HCl y diluir a 200 ml.

P-Nitrofenol al 0.1%: Disolver 100 mgrs de P-nitrofenol a 100 ml con agua.

Solución patrón de fierro: Disolver 0.8636 gr de  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  químicamente puro en  $\text{HCl} 0.1\text{N}$  completando a 1000ml. Para trabajar diluir 10 ml de la solución anterior a 100 ml con agua destilada. Esta solución contiene 10 microgramos de Fe por ml.

1 ml 10 Mcgr de Fe.

c) MEZCLA DE REACTIVOS:

Realizarse inmediatamente antes de usar. mezclar un volumen de Hidroxilamina dos volúmenes de Buffer de acetato dos volúmenes de fenantrolina y tres volúmenes de agua.

por ejemplo:

	10 tubos	15 tubos	20 tubos	25 tubos
Hidroxilamina	3.0 ml	4.3 ml	6.0 ml	4.0 ml
Buffer	6.0 ml	8.6 ml	12.0 ml	14.0 ml
Fenantrolina	6.0 ml	8.6 ml	12.0 ml	14.0 ml
Agua	9.0 ml	12.9 ml	18.0 ml	21.0 ml
Total de Mls.	24.0 ml	34.4 ml	48.0 ml	56.0 ml

d) PROCEDIMIENTO:

Transferir una alícuota de la solución de cenizas que contengan 10 a 60 mcgr. de fierro (pero que no sean más de 5 ml) a un tubo de Klett graduado a 10 ml. Transferir a otro tubo 3 ml de la solución patrón (30 mcgr). Diluir 6 ml de  $\text{HCl}$  usado en la preparación de cenizas a 50 ml con agua bidestilada. Transferir a otro tubo 5 ml de  $\text{HCl}$  diluido (Blank del reactivo). Colocar 5 ml de agua en otro tubo (Prueba en blanco), diluir una gota de p-nitrofenol a todos los tubos y luego  $\text{NH}_4\text{OH}$  gota a gota hasta color amarillo. Agregar 2 ml de la mezcla de reactivos a cada tubo. Mezclar bien hacer hervir 15 minutos en baño maría. Dejar enfriar y diluir a 10 ml con agua bidestilada. Leer en el klett usando Nº 50. Ajustar el instrumento con la prueba en blanco.

NOTA: La coloración es estable y no es necesario leer en un tiempo exacto.

e) CALCULOS.

Lectura muestra - lanck reactivos x conc. x Factor patrón dilución  
 Lectura patrón  

$$x 10^3 \times \frac{100}{\text{Peso de muestra}} \quad \text{mgr de Fe}\%$$

6.6 DETERMINACION DEL EXTRACTO ETereo:

Pesar una cantidad de muestra equivalente a 3-5 grs de extracto seco.

Desecar en estufa a no más de 50°C hasta peso constante. trasladar hasta el cono de extracción de grasa del Soxhlet. Extraer con eter anhidro (desecado sobre  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ) durante 16-20 horas. Evaporar el extracto seco (El matraz de extracción debe haberse tarado previamente). Desecar en estufa. Enfriar en desecador. Pesar. 30 minutos exactos.

6.7 DETERMINACION DE LA FIERA CRUDA:

El residuo de extracción de grasa pasarlo cuantitativamente a un vaso con 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% hirviendo. Hervir 30 minutos exactos.

Filtrar através de tela de lino.

Lavar con agua caliente 3-4 veces.

Pasar el residuo con  $\text{NaOH}$  al 1.5% caliente a un vaso graduado en 200 ml y luego completar a volumen con la solución de  $\text{NaOH}$  al 1.25% caliente.

Hervir 30 minutos exactos.

Filtrar a través de Crisol Filtrante de alundum o crisol de gouch con asbesto al vacío.

Lavar con agua caliente hasta que no de reacción alcalina.

Lavar con 1.5 ml de alcohol etílico de 95%.

Desecar al crisol en la estufa a 110°C.

Enfriar en un desecador. Pesar.

Incinerar en una mufla a 500°C.

Enfriar en desecador. Pesar.

Diferencia de peso. Fibra cruda

NOTA: La concentración (1.25%) del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{NaOH}$  debe ser verificada por titulación.



## 6.8 DETERMINACION DE LAS PROTEINAS:

### A) PRINCIPIO:

El método se basa en la oxidación de la muestra con ácido sulfúrico en presencia de  $K_2SO_4$ , siendo el catalizador la piedra selenizada y  $SO_4Cu$ . El carbón producido reduce el exceso de ácido a  $SO_4$  y este al  $NaNH_3$ . El amoníaco con el exceso de ácido forma  $SO_4(NH_4)_2$  siendo desalojado esta combinación mediante una base fuerte. El  $NH_3$  destilado es recibido en una solución saturada de ácido bórico la que luego se titula con ácido sulfúrico 0.1 N.

El N hallada se multiplica por el factor 6.25 y se obtiene la cantidad de proteína de la muestra.

### B) REACTIVOS:

Sulfato de potasio C.P.

Sulfato de cobre C.P.

Acido sulfúrico d: 1.84

Granalla de piedra selenizada

Hidróxido de sodio en escamas (libre de N)

Solución saturada de ácido bórico

Mezcla de indicadores: 16 partes de rojo de metil al 0.05% en alcohol 95% y de una parte de azul de metileno al 1%.

Acido sulfúrico 0,1N (estandarizado).

### C) PROCEDIMIENTO:

Pesar una muestra equivalente a 1-2 gr de extracto seco. colocar en balón Kjeldahl de 800 ml.

Agregar 10 ml de  $SO_4K_2$

Agregar 0.3 a 0.5 gr de  $SO_4Cu$

Agregar una granalla de piedra selenizada

Agregar 25 ml de  $H_2SO_4$

Calentar suave hasta ebullición en campana de tiro. Continuar la ebullición, después que se halla coloreado de verde la solución unos 30 minutos más.

Enfriar. Diluir con agua hasta unos 300 ml. Enfriar. Conectar al aparato de destilación un matraz de 300 ml conteniendo 25 ml de solución de ácido bórico adicionar 4 gotas de mezcla de indi

cador, agregar por las paredes del balón 50 ml de NaOH al 50% a fin de evitar que se mezcle con el ácido conectar rápido el aparato de destilación. Agitar, destilar hasta recibir todo el  $\text{NH}_3$  (unos 200 ml). Titular con ácido sulfúrico 0.1 N. La coloración del punto final es azul grisácea (violeta en medio ácido y verde en medio alcalino).

D) CALCULOS:

ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 N gastados x 0.0014 x 6.25 x 100/gr%  
de proteína.

6.9 DETERMINACION DE LA RIBOFLAVINA:

a) PRINCIPIO:

Este método se basa en la medición de fluorescencia de la Riboflavina en un fluorometro. Para lo cual la Riboflavina después de una hidrólisis ácida y enzimática es concentrada y eluida a una columna de Florisil. Luego es tratado con  $\text{KMnO}_4$  para eliminar las sustancias fluorescentes que interfieran.

b) REACTIVOS:

$\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1N: Diluir 2.8 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ml con agua

Acetato de sodio 4M: Disolver 545 gr de  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$   
completando a 100 ml con agua.

Clarasa.

Solución de Fluorescina con ácido acético al 3%

Piridina al 20% en ácido acético al 2

$\text{KMnO}_4$  al 4%, preparar en el momento de usarse.

hidrosulfito de sodio

Solución patrón Stock. Disolver 50.0 mgr de Riboflavina O.P.  
Eastman Kodak. con agua y completar a 1000 ml.

c) TUBOS DE ABSORCION:

Tubo de 20 cm de largo total. La parte superior debe ser de 5 cm. de largo por 2.5 de diametro que se angosta a 5.6 mm de diámetro y se continúa unos 14 cm. asta terminar en un capilar de 10mm de largo un diametro tal que cuando esté lleno iluya en líquido a razón de 1 ml por minuto.

d) PROCEDIMIENTO:

Todo el proceso debe realizarse al abrigo de la luz. Pesar una cantidad de muestra que contenga de 10-20 mgr en un erlenmeyer de 250 ml.

Agregar 75 ml de  $H_2SO_4$  0.1N, colocar en autoclave a  $120^\circ C$  por 15 minutos. Enfriar, agregar 3ml de acetato de sodio 4M que contenga 0.1 gr de Clarasa. El Ph a conseguir es 4.5. Incubar 2 oras en baño maria a  $45^\circ C$  o en estufa a  $37^\circ C$  toda la noche.

Completar a 100 ml con agua.

Filtrar y decantar los primeros mililitros.

Hacer pasar atrave de una columna de fluorosil, una cantidad de filtrado que contenga de 2-3 mgr de  $B_2$ .

Lavar dos veces con porciones de 10 ml de agua.

Eluir con 20ml de  $H_2O_2$  al 3% o mas si es necesario.

Tapar y agitar (debe decolorar)

Completar a 25ml con la solución de Piridina

Diluir la solución patrón de Riboflavina 1:50 con la solución de Piridina: 1ml: 1mgr.

Agregar a uno de los tubos 1 ml de este patrón diluido.

Agregar a otro tubo un ml de solución de piridina.

Regular el Fluorómetro con la solución de fluorescina, de modo que la lectura esté comprendida entre la zona de mayor graduación (60-80). Efectuar la lectura de cada uno de los tubos. Agregar a cada uno de los tubos 5-10 mgr de hidrosulfito de sodio con lo que se destruye la vitamina quedando el blanck.

e) CALCULOS:

Lectura muestra-Blanck  $\frac{\text{Lectura muestra}}{\text{Lectura patrón}}$  x concentración patrón x

Factor de dilución x  $\frac{100}{\text{Peso de muestra}}$  mgr<sup>2</sup>

ó tambien:

1 lectura de stand x lectura de blanck x factor de dilución x  $10^3$ : mgr<sup>2</sup>

## 6.10 DETERMINACION DE LA TIAMINA (Vitamina B<sub>1</sub>)

### a) PRINCIPIO:

La tiamina es absorbida y eluida a través de una columna de decalco.

Por oxidación con ferrocianuro de potasio en medio alcalino es convertida en tio-cromato, pigmento amarillo que exhibe una fluorescencia azul. El tiocromato así formado es extraído con isobutanol y su concentración es medida fluorimetricamente.

### b) REACTIVOS:

Acido sulfúrico 0.1N: Diluir 2.8 ml de ácido sulfúrico a un litro de agua.

Acetato de sodio 4M: Disolver 545 gr de  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  en agua y completar 100 ml.

Enzima: Clarasa o Takasdiastal (determinar su contenido en tiamina cada vez que se use una nueva enzima).

Cloruro de potasio al 25%: Disolver 250 gr de ClK en 750 ml de agua, calentar hasta disolver, agregar 8.5ml de HCl (Concentración final de ácido: 0.1N). Completar a 1000ml con agua. Guardar en oscuridad, con la tapa cubierta con papel celofán. Es estable por menos de un mes.

Hidróxido de sodio al 15%, Ferrocianuro de potasio al 0.03% en soda al 15% diluir 3ml de  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C.})_6$  al 1% a 100 ml con hidróxido de sodio al 15%. Preparada cada vez.

Solución de Quinina stock al 1%: Disolver 10 gr (10 mgr) de sulfato de quinina U.S.P. a 1000 con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1N. guardar en frasco oscuro y frío 1 ml: 100 mcgr.

Solución de tiamina para el trabajo. Diluir 1 ml de la solución stock a 100 ml con KCl al 25%. Preparar cada vez.

1 ml : 1 mcgr.

Sulfato de sodio anhidro O.P.

Decalco activado. Pesar 100 gr de decalco de malla 60-80 Agitar por 10 minutos con un litro de ácido acético al 3% de cantar realizar esta operación por 3 veces. Lavar con 500 ml de KCl al 25% en agua. Agitar 20 minutos calentando un poco.

Repetir una vez más el lavado ácido. Lavar con agua caliente hasta que las aguas de lavado no indiquen presencia de cloruros, con una solución de nitrato de plata al 1% secar a 100°C y guardar en frasco oscuro. Como control, hacer un ensayo de fluorescencia del decalco, el cual no debe dar una lectura mayor de 3-5 divisiones a una sensibilidad de 70 con quinina.

c) TUBOS DE ABSORCIÓN:

Ver riboflamina

d) PROCEDIMIENTO:

Pasar una cantidad de muestra que contenga de 5 a 10 mgr de tiamina en un erlenmeyer de 250 ml. Agregar 75ml de ácido sulfurico 0.1N, Colocar en autoclave a 120°C por 15 minutos Enfriar y agregar 3 ml de la solución de acetato de sodio 4M que contenga 0.15 grs de cloruro. Ajustar a PH de 4.5 -5.0 con acetato de sodio 4M en el potenciometro. Incubar a 45-50°C por dos horas o más . Enfriar a la temperatura ambiente, completar a 100 ml con agua; filtrar descartando los primeros mls . Durante la determinación las muestras de en estar defendidas de la luz directa Rellenar el tubo de absorción con decalco hasta una altura de 9 cms. Lavar una vez con agua caliente . tomar una alicuota de la mezcla (muestra) que contenga más ó menos 5 mgrs de tiamina y hacerlos pasar por la columna.

Lavar tres tres veces con porciones de 15 ml de agua caliente.

Eluir la tiamina retenida con 20-ml ó 23 ml de KCl ácido al 25% y caliente, recibiendo lo eluido en probeta de 25 ml con tara ( una gota cada 2-3 seg) Completar a 25 ml con KCl ácido al 25% transferir 5ml de lo eluido a cada uno de los tres tubos uno de los cuales servirá como blanco. Transferir 0.3 ml de la solución patrón de tiamina diluida (1 mgr/ml a cada uno de los tres tubos, transferir 0.6 ml de la solución a otros tubos.

Completar cada uno de los tubos del patrón a 5ml con KCl ácido al 25%.

Agregar a cada tubo exceptuando a los blancos de la muestra y del patrón 3 ml de la solución de ferrocianuro de pota

sio al 0.03% en hidróxido de potasio al 15%. Sin dejar de pasar 2 minutos agregar 10 ml de Isobutanol, tapar los tubos con papel celofán y agitar fuertemente por 1.5 minutos.

A cada blanco agregar 3 ml de NaOH al 15% y 10 ml de isobutanol en la misma forma.

Centrifugar todos los tubos por 2 ó 3 minutos a 200 RPM.

Extraer la solución acuosa por succión.

Agregar unos dos gramos de  $SO_4Na_2$  anhidro al extracto alcohólico. Centrifugar el isobutanol, debe estar perfectamente claro, sino agregar más  $SO_4Na_2$  y volver a centrifugar. Decantar los tubos del Fluorometro. Leer a una sensibilidad de unos 70 con una solución de quinina diluida.

d) CALCULOS:

$$\frac{\text{Lectura muestra} - \text{Lectura blanco muestra}}{\text{Lectura muestra} - \text{lectura blanco patrón}} \times \text{Conc. Patrón} \times 25/5$$
  
factor de dilución  $\times 10^{-3} \times 100/\text{Peso muestra} = \text{mgr\%}$ .

ó tambien:

$(\text{Lectura muestra} - \text{Blanco}) \times \text{Lect}/\text{mgr del stand} : \text{mgr}/\text{Tubo} \times$   
factor de dilución  $\times 10^{-3} : \text{mgr.\%}$ .

6.11.- DETERMINACION DEL FOSFORO:

a) PRINCIPIO:

Una alícuota de solución de cenizas se trata con una solución ácida de molibdato formandose fosforomolibdato. Este se reduce a aminonaptosulfónico dando una coloración azul la intensidad es proporcional a la cantidad de fosforo existente.

b) REACTIVOS:

Solución de molibdato de amonio: Disolver 25 grs de molibdato de amonio en 200 ml de agua. Poner 500 ml de ácido sulfúrico 10 N (278ml; 1.84) en una fiola de 1000 ml. La solución-

de molibdato se añadirá y se diluirá con agua, lavando la fio-  
la hasta completar 1000 ml. La solución es estable indefini-  
damente.

Solución de aminonaftolsulfónico: Poner 195 ml de bisulfito  
de sodio al 15% en una probeta o un frasco de vidrio con -  
tapa. Agregar 5 ml de una solución de sulfito de sodio al 20%.  
Tapar y agitar hasta disolver, sino se disuelve agregar más  
sulfito . 1 ml cada vez agitando. Evitar el exceso, pasar la  
solución a un frasco ambar y guardar en frío. La solución es  
útil durante cuatro semanas. Las soluciones de bisulfito y  
sulfito de sodio se pueden filtrar sino están claras.

Solución patrón de fósforo. Disolver en agua 0.4398 gr de fos-  
fato de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) puro y seco pasar cuantitativamente  
a una fioja de 1000ml y completar a volúmen. Es estable.

1 ml = 0.10 mgr de P.

c) PROCEDIMIENTO:

Transferir una alicuota apropiada de la solución de ce-  
nizas ( 0.5; 1.0; 2.0 ml ) a una fioja de 50 ml. Poner 1.0 y  
2.0 ml de la solución patrón a 2 fiojas de 50 ml. En otra fio-  
la colocar 1ml de agua como blanco.

Agregar a todas las fiojas 30-40 cc de agua.

Agregar a cada una 5 ml de la solución de amino naftol sul-  
fónico. Completar a 50 ml de agua. Mezclar bien.

Dejar en reposo por 60 minutos.

Pasar a tubos colorimétricos y leer en el Klett con filtro  
rojo número 66. Ajustar a cero con el blanco de reactivos.

d) CALCULOS:

$$\frac{\text{Lectura-muestra-lectura de blanco}}{\text{lectura patrón}} \times 0.2 \times \text{Factor de dilución}$$
  
$$\times 100 / \text{peso de la muestra} = \text{mgr. de fosforo\%}.$$

NOTA: Si la lectura es más de 400 debe repetirse con una ali-  
cuota más pequeña ó también es posible usar la misma alicuo-  
ta en una fioja de 100 ml. En este último caso hay que doblar

la cantidad de todos los reactivos.

6.12.- DETERMINACION DEL CAROTENO:

a) PRINCIPIO:

Los carotenoides pro-vitamina A son extraídos con eter de petróleo y luego purificados cromatograficamente de los otros pigmentos. Su concentración es luego determinada colorimetricamente.

b) REACTIVOS:

Alcohol etilico de 95%

Hidróxido de potasio alcoholico: Disolver 30 grs de KOH en 320 grs de alcohol etílico de 95%.

Oxido de magnesio.

Tierra de infusorios( Tonsil u otras).

Solución patrón de caroteno: S.N.A y Co( 90% beta-10% alfa)

Solución stock: Disolver 25 mg completando a 250 ml con eter de petróleo.

$$1\text{ml} = 10\text{ mgr}$$

c) PROCEDIMIENTO:

Pesar 60-80 grs de la muestra en un vaso Waring Blendor  
Agregar 120-160 grs de potasa alcoholica(cantidad conveniente para homogenizar)

Homogenizar(solución "c" ).

Transferir a dos erlenmeyer de 500 ml. dos alicuotas que contengan de 50 a 200 mgrs de caroteno.

Agregar 150 ml de alcohol.

Agregar 5 grs de KOH.

Agitar hasta que se disuelva,

Dejar en reposo por 24 horas en lugar oscuro.

Decantar a probeta de 250 ml. sin remover el fondo.

Pasar a tubos de centrifuga de 50 ml el residuo de el erlen-



meyer. Lavar con pequeñas porciones de alcohol.

Centrifugar y decantar a la probeta.

Completar a volúmen con alcohol ,anotar.

Transferir la mitad del volúmen a un embudo de separación.

Agregar 10 ml de eter de petróleo.

Agregar cantidad conveniente de agua como para que se separe la capa etérea(10-30ml) agitar suavemente, transferir la capa eterea a un erlenmeyer de 50 ml.

Extraer otra vez con 5 ml de éter de petroleo y 10 ml de agua en la misma forma.

Pasar la capa eterea a un erlenmeyer de 50 ml.

Extraer otra vez con 5 ml de eter de petroleo y 20 -30 ml de agua. Pasar el extracto etereo a un embudo de separación. Lavar el erlenmeyer con unas gotas de eter de petróleo y pasar al embudo de separación.

Lavar el agua 3-4 veces hasta tener agua limpia.

Regresar el extracto etéreo al erlenmeyer de 50 ml. lavando con gotas de eter de petroleo el embudo.

Agregar el extracto etéreo por la columna de absorción constituida por una columna de unos 25 cms. de largo por 1.5 cm de diámetro cuyo extremo terminado en punta, lleva un tapón de algodón, y que está rellena con una columna de unos 7 cms de altura compuesta de la siguiente mezcla: Una parte de  $MgO$  y tres partes de tierra de infusorios. En la parte superior de esta columna se coloca una tapa de  $SO_4Na_2$  anhidro de unos 2-4 cms de altura.

Lavar la columna previamente con eter de petróleo(No debe dejarse secar la columna a partir de este momento hasta terminar el cromatograma).

Se lava el erlenmeyer que contenía el extremo etéreo con porciones de 0.5 ml de éter de petroleo.

las primeras porciones que pasan incoloras se desechan.

Recoger el eluato en una probeta graduada de 25 ml. Con tapa cuando comienza a aparecer por el extremo inferior las primeras capas coloreadas en amarillo de caroteno.

Lavar la columna con 5-15 ml de éter de petroleo.

Completar a un volúmen con eter de petroleo anotar.

Pasar a tubos de Klett y usar lecturas con filtros N° 420

Ajustar el instrumento en cero con éter de petroleo.

c) CALCULOS:

Construir una curva de calibración con las lecturas de caroteno en cuatro niveles de 0.0 a 1.0 mgr/ml.

Diluir 0.5 ; 1.5 ; 2.0 ; 2.5 ml de la solución patrón "A" ó 25 ml con eter de petroleo obteniendo así concentraciones de 0.2 ; 0.4 ; 0.6 ; 0.8 ; y 1.0 mgr/ml.

De 1.0 a 2.0 mgr/ml: Diluir 2.5 ; 3.0 ; 3.5 ; 4.0 y 4.5 ml de la solución patrón "A" a 25 ml con éter de petroleo obteniéndose así, concentraciones de 1.2; 1.4; 1.6; 1.8; 2.0 mgr/ml.

De 2.0 a 3.0 mgr. Diluir 5.0; 5.5; 6.0; 6.5; 7.0; 7.5 ml de la solución patrón "A" a 25 ml con eter de petroleo, obteniéndose así; concentraciones de : 2.0; 2.2; 2.4; 2.6; 2.8; y 3.0 mgr/ml.

De 3.0 a 4.0 mgr/ml: Diluir 7.5; 8.0; 8.5; 9.0 y 9.5 y 10 ml. de la solución patrón "A" a 25 ml , con eter de petroleo; obteniéndose así concentraciones de 3.0; 3.2; 3.4; 3.6; 3.8; 4.0 - mgr/ml.

Observar estas curvas para la determinación del caroteno correspondiente a la lectura de las muestras.

$$\text{mgr/ml encontrados} \times \text{volumen de extr. etéreo} \times \text{volumen de extr. alcoh.} \times \frac{100}{\text{Peso muestra}} \times 10^{-3} = \text{mgr\%}$$

6.13.- PREPARACION DE LAS MUESTRAS:

Para el caso de la alfalfa fresca, las diversas tomadas estadísticamente se deben homogenizar adecuadamente. Para su conservación y homogenización se procederá de la siguiente forma:

- a) Para humedad, cenizas calcio, fósforo, hierro, grasa, proteína, fibra, vitamina B<sub>1</sub> (tiamina), vitamina B<sub>2</sub> (Riboflamina): Colocar en el vaso Waring Blender 100 a 200 gr de muestra con 100 a 200 ml de ácido oxálico al 1% ó más si fuera necesario, para obtener una buena homogenización.
- b) Solo para caroteno. Homogenizar 60 a 80 gr de muestra con 120 a 160 ml de potasa alcoholica (320 gr de alcohol etílico de 95% a 30 gr de KOH).

Una vez homogenizado, pasar a frascos oscuros con tapa de rosca y guardar en frio hasta el momento del análisis.

## CAPITULO 7 INVERSIONES

La inversión es la sumatoria de todos los desembolsos necesarios para la materialización de la planta, desde su instalación, puesta en marcha hasta su desarrollo operativo.

La inversión total asciende a \$/ 94'129,885.5 ; de los cuales \$/ 31'690,102.5 corresponde a la inversión fija y \$/ 62'439,783 como capital de trabajo.

La distribución es la siguiente.

7.1.- ACTIVO FIJO \$/ 31'690,102.5

### ACTIVO TANGIBLE

\$/ 28'891,102.5

Terreno	540,000
Construcción civil	3'780,000
Imprevistos	1'509,052.5
Maquinaria y equipo	17'967,000
.Unidad de secado	16'164,000
.Balanza para camiones	424,800
.Dosificador de santoquin	234,600
.Balanza y cosedora de sacos	117,600
.Tanque de combustible	402,000
.Picadora de alfalfa	150,000
.Instalaciones complementarias	120,000
.Equipo de mantenimiento	354,000
Gastos de instalación	2'695,050
Equipos auxiliares	2'400,000

ACTIVO INTANGIBLE \$/ 2'799,000

Estudio y gastos de organización	900,000
Gastos de puesta en marcha	360,000
Intereses durante la construcción	1'534,000

7.2.- CAPITAL DE TRABAJO \$/ 62'439,783

Materia prima para 1 mes $(7200/12 \times 0.92/0.25 \times 3200)$	=7'065,600
Santoquin para 2 meses $(7200/12 \times 0.125 \times 315 \times 2)$	47'250
mes de producción en almacen	12'412,648
3 meses de producción por cobrar	37'237,945
10% de anteriores en caja	5'676,344

CAPITULO 8: PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS

En la realización de este presupuesto se ha considerado la capacidad efectiva de producción y ventas para este estudio , consideramos que la planta funcionará 300 días al año, durante los cuales se procesará 26496 TM de alfalfa fresca, trabajando 8 horas al día, con los cuales se obtendrá un total de 7200 TM/año de harina de alfalfa esto en el primer año de funcionamiento, en el segundo año de funcionamiento se trabajará a dos turnos, similarmente en el tercero, a partir de el cuarto año de producción se trabajará a tres turnos.

8.1.- PRESUPUESTO DE GASTOS

Lo realizamos tomando como base el programa de producción, estando este último en función del programa de ventas y de la política de comercializar.

El presupuesto de gastos es descrito a continuación en forma analítica, es decir su distribución con costos fijos y costos variables.

DISTRIBUCION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION

DESCRIPCION DEL COSTO	TOTAL	FIJO	VARIABLE
1.- COSTO DE FABRICACION	S/. 108752500	S/. 6118800	S/. 102633700
Materia prima.7200x0.92/0.25x3200:	84787200		84787200
Antioxidante .7200x0.125x315	283500		283500
Combustibles.46.27x8x300x125	:13881000		13881000
Energía Eléctrica. 526000KWHx7.00	3682000		3682000
Mano de obra directa	1296000	1296000	
Mantenimiento y repuestos	516000	516000	
Mano de obra indirecta	1506600	1506600	
Seguro	131400	131400	
Depreciación	2502000	2502000	
Amortización de puesta en marcha	118800	118800	
Luz y agua	12000	12000	
Otros gastos	36000	36000	

2.- GASTOS DE COMERCIALIZACION	33612480	33612480
Envase 144000x50	7200000	7200000
Flete 7200x3600	25920000	25920000
Regalías	492480	492480
3.- COSTO ADMINISTRATIVO	3204000	3204000
Sueldo de personal administrativo	2304000	2304000
Depreciación	640200	640200
Amortización de gastos de org.	180000	180000
Seguros	7800	7800
Luz, teléfono, útiles de escrit.	12000	12000
Otros gastos	6000	6000
4.- COSTO FINANCIERO	3385800	3385800
Interes al largo plazo	3078000	3078000
Amortización de intereses de construcción	304800	304800
TOTAL DE COSTOS	S/148951780	S/12708600 S/136246180

## 8.2 PRESUPUESTO DE INGRESOS.

Es elaborado tomando como base el programa de ventas, indicado en el estudio de mercado, el mismo esta en función del programa de producción y este dependerá de los niveles de utilización de la planta.

Para el cálculo de los ingresos se ha considerado que se producirá en el primer año 7200 TM se harina de alfalfa, durante el segundo y tercero, 14400 Tm de harina respectivamente y a partir de cuarto año se producirá en cada año, la máxima capacidad, 21600 TM.

El precio de venta de la TM de harina de alfalfa estimamos en 30000 soles, por lo menos en el primer año se dispondrá de S/.216000000, para el segundo y tercero de 432000000, en cada uno; y a partir de el cuarto año de 648000000, en cada año.

8.3.- PUNTO DE EQUILIBRIO.

Es el punto en que los ingresos son tales que solo permiten sufragar los gastos, sin dejar ningún margen de utilidad.

Para el cálculo se ha considerado la distribución de los costos de producción en costos fijos y costos variables, a fin de determinar el costo unitario y el total.

1.- COSTO TOTAL : Costo fijo + Costo variable x N / Unidades producidas.

$$Ct \quad 12708600 \quad + \quad 136246180 \quad x \quad N \quad / \quad 7200$$

$$Ct \quad 12708600 \quad + \quad 18923.08N \quad ( 1 )$$

2.- COSTO UNITARIO : Costo fijo/unid.Produc.+Costo variables/un. prod.

$$Cu \quad 12708600/7200 \quad + \quad 136246180/7200$$

$$Cu \quad S/.20688.16 \quad TM \quad de \quad harina \quad de \quad alfalfa$$

3.- INGRESOS POR VENTAS : V: 30000 N ( 2 )

4.- PUNTO DE EQUILIBRIO.

a) Determinación del volumen (N).Igualando la ecc.(1) y (2)

$$Ct : V$$

$$12708600 + 18923.08 N : 30000 N$$

$$N : 1147.3 \quad TM$$

b) Determinación del valor monetario en el punto de equilibrio.

# Beneficio unidad	Ingreso total-costo variable
	<u>Ingreso total</u>
	7200 x 30000 - 136246180
	7200 x 30000
	0.3692

P: <u>Costo fijo</u>	12708600	34421993.49
#Beneficio unidad	0.3692	

c) Conclusión. De el punto 4a, se tiene que el volumen en el punto de equilibrio es de 1147.3 Tm. de producto - que corresponde a 16.39 % de la capacidad de producción de la planta y que equivale a un costo de: 344219935 soles oro.

#### 8.4.- ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

El estado de pérdidas y ganancias se proyecta en función del programa de ventas, costos de producción.

Para cuantificar cada rubro del estado de pérdidas y ganancias se toma valores constantes, por cuanto una variación en los costos trae consigo un incremento de las entradas

percibidas aumentarse el precio de venta.

#### 8.5.- FLUJO DE CAJA

En el rubro de entradas se ha considerado las utilidades y las reservas para depreciación, las cuales no significan salidas de dinero.

En el rubro de salida, se ha considerado el pago del préstamo al BIP, la participación de la C.I ( 15% de las utilidades antes de impuestos), participación de los trabajadores = 10% de las utilidades antes de impuestos, el 2% de utilidades antes de impuestos para efectos de investigación tecnológica y la reposición del activo fijo.

#### 8.6.- CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

La TIR es aquella tasa de descuento o interés que iguala el valor actual de los beneficios netos futuros con el valor actual de la inversión inicial.

La construcción de la gráfica adjunta muestra el valor de la tasa interna de retorno, se ha realizado a partir de el saldo anual de el flujo de caja que son actualizados al año cero o a o inicial del proyecto.

La TIR es el resultado de igualar la suma actualizada del flujo de caja, asumiendo un  $r$  tal que iguale a la inversión hecha.

La TIR resulta ser del 71.3%

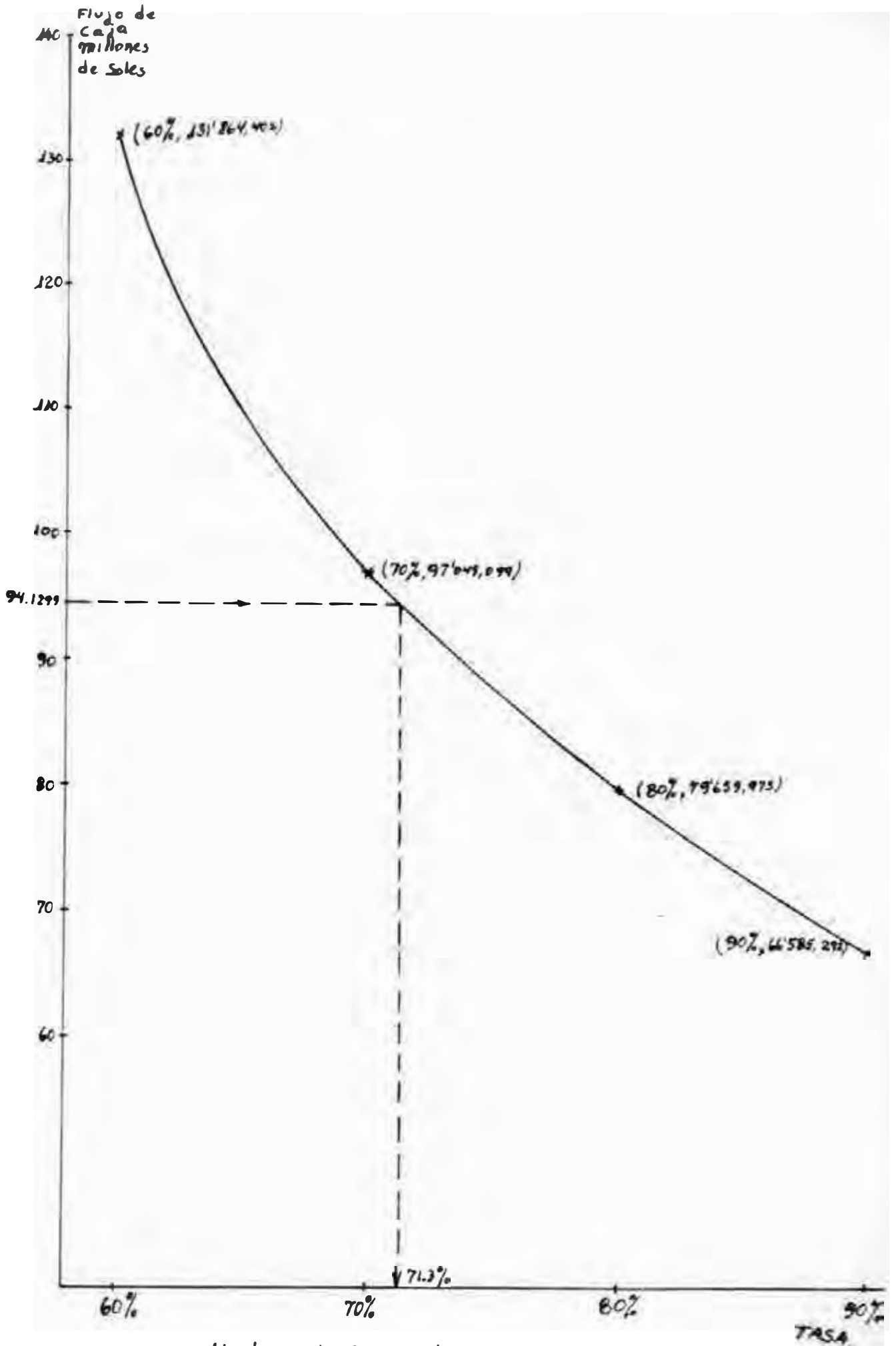


8.4 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

	1	2	3	4	5	6
<b>AÑOS</b>						
Programa de ventas en TM.	7200	14400	14400	21600	21600	21600
Precio por TM. en soles oro	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Venta en miles de soles	216000000	432000000	432000000	648000000	648000000	648000000
<u>menos</u>						
Costo de fabricación	108752500	212502385	212502385	317622551.5	317622551.5	317622515.5
Utilidad bruta	107247500	219497615	219497615	330377448.5	330377448.5	330377448.5
<u>menos</u>						
Costo administrativo	3204000	3204000	3204000	2688796.8	2688796.8	2474128.8
Costo de comercialización	33612480	67224960	67428960	103526236.8	103526236.8	100837440
Utilidad operativa	70431020	149068655	149068655	226851211.7	226851211.7	226851211.7
<u>menos</u>						
Costo financiero	3385800	2821725.72	2196368.46	1502279.56	546468.12	
Utilidad antes de impuestos	67045220	146246929.3	146872286.6	225348932.3	226304743.6	226851211.7
Impuestos	23465827	51186425.2	51405300.3	78872126.3	79206660.3	79397924
Utilidad en soles	43579393	95060504.1	95466986.3	146476806	147098083.4	147453288

8.5 FLUJO DE CAJA

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6
1) ENTRADAS	94'129,885.5	46'721,593	98'202,704.1	98'609,186.3	149'038,641.6	149'659,919	149'883,150.9
Utilidad neta		43'579,393	95'060,504.1	95'466,986.3	146'476,806	147'098,083.4	147'453,287.7
Depreciación		3'142,200	3'142,200	3'142,200	2'561,835.66	2'561,835.66	2'429,863.26
RIP	40'005,201.33						
Accionistas	54'124,684.17						
2) SALIDAS		30'704,844.99	52'897,411.5	53'978,376.63	76'139,197.35	71'904,682.3	66'531,510.9
Pago al RIP		7'320,951.843	8'129,056.91	9'041,175.5	10'013,301.84	5'520,717.783	
Participación de los trabajadores		6'704,522.	14'624,692.93	14'687,228.66	22'534,843.23	22'630,474.30	22'685,121.17
C.Industrial		10'056,783.	21'937,034.39	22'030,842.99	33'802,339.84	33'945,711.54	34'027,681.75
Inv.Teconol.		1'340,404.4	2'924,938.586	2'937,445.732	4'506,978.646	4'526,094.872	4'537,024.234
Activo fijo		5'281,683.75	5'281,683.75	5'281,683.75	5'281,683.75	5'281,683.75	5'281,683.75
SALDO ANUAL %		16'016,748.01	45'305,292.54	44'630,809.67	72'899,444.3	77'755,236.7	83'351,640
SALDO ACUMULADO		16'016,748.07	61'322,040.55	105'952,850.2	178'852,294.5	256'607,531.2	339'959,171.2



cálculo de la tasa interna de retorno (T.I.R)

CAPITULO 9 FINANCIAMIENTO Y ORGANIZACION

La inversión total asciende a \$/ 94'129,885.5, de los cuales una entidad financiera (BIP) aportaría la suma de \$/ 40'005,201.33, equivalente a un 42.5%; y como aporte de los inversionistas la suma de \$/ 54'124,684.17, equivalente a 57.5%, que sumando financian a la planta.

9.1.- FUENTES Y USOS.

Plan de financiamiento.

FINANCIAMIENTO DE LA PLANTA

INVERSION	VALOR	RECURSOS PROPIOS	BIP
INVERSION FIJA	\$/ 31'690,102.5	50'327,105	\$/ 27'892,997.5
TANGIBLE	28'891,102.5	998,105	27'892,997.5
Terreno	540,000		540,000
Construcción civil	3'780,000		3'780,000
Maquinaria y equipo	17'967,000		17'967,000
Gastos de instalación	2'695,050		2'695,050
Equipo auxiliar	2'400,000		2'400,000
Imprevistos	1'509,052.5	998,105	510,947.5
INTANGIBLE	2'799,000	2'799,000	
Gasto de estudio y org.	900,000	900,000	
Gasto de puesta en marcha	360,000	360,000	
Interes de construcción	1'539,000	1'539,000	
CAPITAL DE TRABAJO	\$/ 62'439,783	50'327,579.17	12'112,203.83
INVERSION TOTAL	\$/ 94'129,885.5	50'327,579.17	40'005,201.33
PORCENTAJE DE INVERSION		57.5%	42.5%

9.2.- ORGANIZACION.

La empresa a formar se operaría bajo el tipo de Empresa privada reformada ( con CI ), la cual estará integrada por

accionistas y trabajadores estables a tiempo completo y que perciban sueldo o salario, laborando realmente en la empresa.

El domicilio de la C.I estaría ubicada en la localidad de Viru (Centro laboral de la empresa)

El capital inicial de la empresa ascendería a \$/ 94'129, 885.5

Se debe tener en cuenta que la organización de la empresa fundamentalmente tiene los siguientes objetivos:

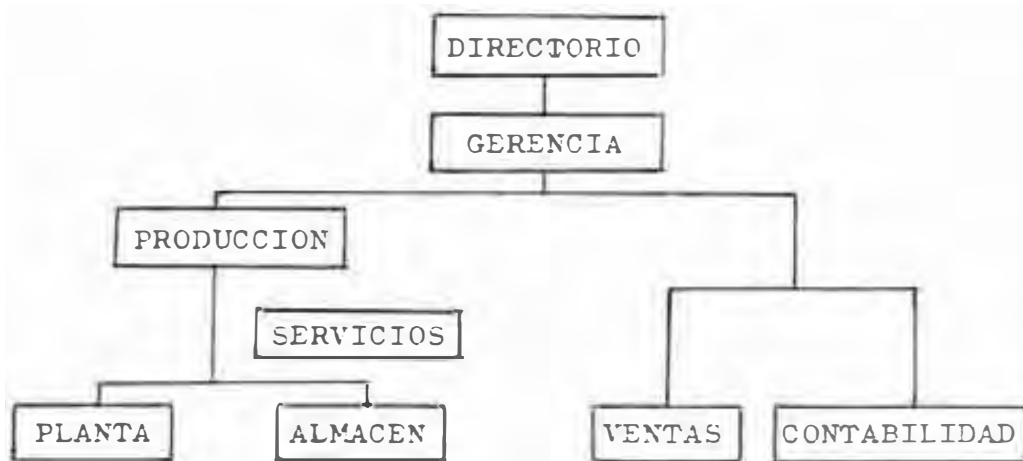
- Fortalecer a la empresa mediante la acción unitaria de los trabajadores en la gestión, en el proceso productivo, en la propiedad empresarial y en la reinversión.
- Promover el desarrollo del sector agrario del departamento de la Libertad.

La Empresa estaría presidida por un Directorio constituido por los accionistas y miembros de la C.I. Cuya responsabilidad sería el de velar por el éxito y buena marcha de la empresa y además el de establecer la política de la empresa.

La Empresa contrataría una persona para el cargo de Gerente, con conocimientos de Administración de Empresas, sentido de Responsabilidad Ejecutiva y don de mando; a quien se le delegará la función de dirección y control de la empresa.

A continuación se describe el posible organigrama de la Empresa.

#### ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



CAPITULO 10 : ANEXOS

ANEXO 1 PROYECCION DE LA DEMANDA DE ALIMENTOS BALANCEADOS

Usando el método de Minimos cuadrados. en TM.

AÑO	X	Y	X <sup>2</sup>	XY
1968	-9	340,948	81	-3'068,532
1969	-7	301,556	49	-2'110,892
1970	-5	366,822	25	-1'834,110
1971	-3	461,061	9	-1'383,183
1972	-1	597,902	1	-597,902
1973	1	572,136	1	572,136
1974	3	653,788	9	1'961,364
1975	5	706,520	25	3'532,600
1976	7	789,810	49	5'528,670
1977	9	842,210	81	7'579,890

n = 10

X = 0

X<sup>2</sup> = 330

XY = 10'180,041

Ȳ = 563,275.3

FORMULA =  $Y = \bar{Y} - \left( \frac{XY}{X^2} \right) X$

Remplazando en la formula, se tiene:

$Y = 563,275.3 - 30,848.61 X$

Con la cual se realiza la proyección, en la siguiente tabla:

11(1978)	902,610.01
13(1979)	964,307.23
15(1980)	1'026,004.45
17(1981)	1'087,701.67
19(1982)	1'149,398.89
21(1983)	1'211,096.11
23(1984)	1'272,793.33
25(1985)	1'334,490.55
27(1986)	1'396,187.77
29(1987)	1'457,884.99
31(1988)	1'519,588.21
33(1989)	1'581,279.43
35(1990)	1'642,976.65

ANEXO 2 PERSONAL MINIMO NECESARIO

DESCRIPCION	A 1 turno Nº personas	A 2 turnos Nº personas	A 3 turnos Nº personas
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
Operador del secador	1	2	3
Encargado de la alimentación	1	2	3
Encargados de el ensacado, cosido y almacenamiento.	2	4	6
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
Supervisor	1	2	3
Laboratorista	1	2	3
Mantenimiento	1	2	2
Guardian	1	2	3
<b>PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Gerente	1	1	1
Contador	1	1	1
Secretaria	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>24</b>

B I B L I O G R A F I A

- 1.- PERRY .John,Manual del Ingeniero químico.,Tercera edición
- 2.- HUGEN-WATSON-RAGATZ,Principio de los procesos químicos, balance de materia y energía.1972.
- 3.- GUTZIEL-SPROUL. Chem Eng. Prog.49,380(1953)
- 4.- FOUST.A y Colaboradores.Principio de las Operaciones Unitarias,Cecsa(México).1974.
- 5.- TREYBAL.Operaciones con transferencia de masa,Dulau(Buenos Aires).1973.
- 6.-TAYLOR.A.GEOGE. Ingeniería Económica,México.1977.
- 7.- BISPE LARIGUET.La Industria de la Deshidratación de la alfalfa
- 8.- NACIONES UNIDAS. Manual de Proyectos(México).
- 9.- MARTINEZ,VALDEMAR. La Alfalfa.Edit.Atlantida(Buenos Aires)
- 10.- A.O.A.C."Asociation Methodos of Analisis",septima edición 1950
- 11.- Biochemical Journal,43,429(1948).
- 12.- Biochemical Journal,66,375(1955).
- 13.- GYORGY.P,Vitamin Method,vol 1,1950
- 14.- RASE,H,F.BARROW.W.H."Ingeniería de proyectos para plantas industriales",CECSA.México 1973.
- 15.-Estadística Agraria,Ministerio de Agricultura.
- 16.-CHEMICAL ENGINEERING.Jonh.E.Browning,september 21,1970.
- 17.- Ley General de Industrias,18350 y decretos.
- 18.- COUGHANOWR Y KOPPEL. Process Systems Analysis and Control Mc Graw.Hill,(Japón) 1965.
- 19.-HEIL. Co ,Boletines y Catalogos.
- 20.- AMERICAN DESHIDRATOR ASSOCIATION,USA,Trade Rule Constitution by Law , U.S.A. 1959.