

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**LA INGENIERIA DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS  
DE ALMACENAJE DE GRANOS EN  
SILOS VERTICALES**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD  
INDUSTRIAL**

**JAIME ANDRES GALVAN DRAGO**

**Lima - PERU**

**1997**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**ESCUELA DE ING. DE HIG. Y SEG. INDUSTRIAL**

---

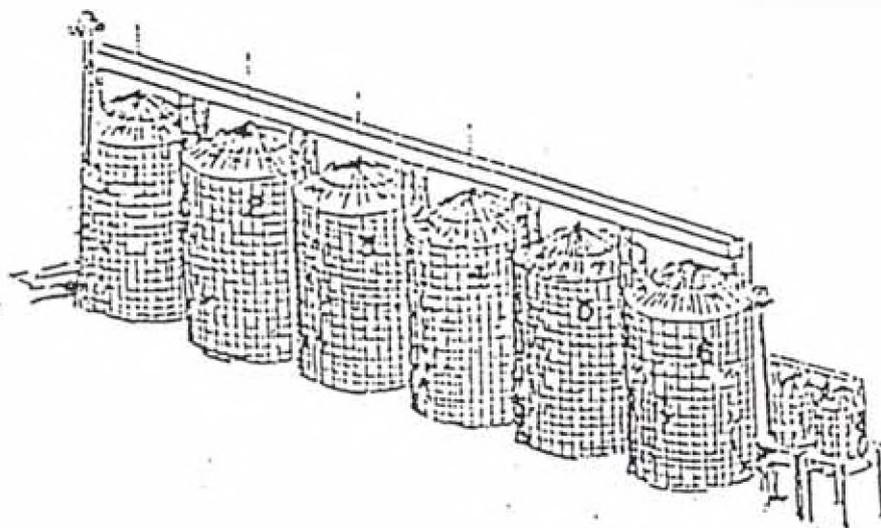
**TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL**

**INFORME DE INGENIERIA**

**TEMA :**

**" LA INGENIERIA DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS DE**

**ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES "**



---

**BACHILLER : JAIME ANDRES GALVAN DRAGO**  
**CODIGO N° 781867C**

**Lima, 20 Enero de 1997**

**TITULO : LA INGENIERIA DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS DE  
ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES**

---

**INDICE**

	<b>PAGINA</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
<b>II. EL CONCEPTO DE LA INGENIERIA DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS DE ALMACENAJE</b>	<b>5</b>
<b>II.1 OBJETIVOS Y CONCEPTOS</b>	<b>5</b>
<b>II.2 LA ADMINISTRACION DE RIESGOS</b>	<b>6</b>
<b>II.3 EL CONTROL DE DAÑOS</b>	<b>7</b>
<b>II.4 ESTRATEGIAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA INGENIERIA DE SEGURIDAD</b>	<b>8</b>
<b>III. CASO : SERVICIO DE ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES</b>	<b>10</b>
<b>III.1 GENERALIDADES</b>	<b>10</b>
<b>III.2 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES, PROCESOS Y EQUIPOS</b>	<b>13</b>
<b>III.3 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS</b>	<b>18</b>
<b>III.3.1 NORMAS GENERALES</b>	<b>19</b>
<b>III.3.2 CONTROL DEL COMBUSTIBLE - GRANO / POLVO VEGETAL</b>	<b>21</b>
<b>III.3.3 CONTROL DE LAS FUENTES DE IGNICION</b>	<b>23</b>
<b>III.3.4 PROTECCION MEDIANTE SISTEMAS DE AGUA Y EQUIPOS PORTATILES CONTRA INCENDIOS/PERSONAL BRIGADISTA</b>	<b>26</b>
<b>III.3.5 OTROS RIESGOS A ANALIZAR</b>	<b>29</b>
<b>III.4 DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS A ALMACENAR</b>	<b>31</b>
<b>III.4.1 ESTRUCTURA DE LOS CEREALES</b>	<b>32</b>

III.4.2	AGENTES RELACIONADOS CON EL DETERIORO DE LOS GRANOS / ESTIMADO DE PERDIDAS	34
III.5	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE CONTROL DE LOS PRODUCTOS	47
III.5.1	MEDIDAS DE CONTROL	48
III.5.1.1	AEREACION DE LOS GRANOS EN ALMACENAMIENTO	52
III.5.2	PROTECCION DE LOS PRODUCTOS ALMACENEDOS	54
III.5.2.1	DESCRIPCION DE LAS SUBSTANCIAS INSECTICIDAS Y FUMIGANTES A EMPLEAR	55
III.5.2.2	FUMIGACION DE SILOS EN PLANTAS	59
III.5.2.3	DOSIFICACION Y TIEMPO DE EXPOSICION	60
III.5.2.4	SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE FUMIGANTES	66
III.5.2.4.1	TOXICOLOGIA DEL FOSFURO DE ALUMINIO	68
IV	RENTABILIDAD DEL ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES	72
IV.1	COSTO DEL SERVICIO DE ALMACENAJE	77
IV.2	CONSIDERACIONES PARA ESTIMAR EL COSTO DEL SERVICIO DE ALMACENAJE	78
IV.3	ESTIMADO DE BENEFICIO ECONOMICO PARA EL USUARIO	80
IV.4	INCIDENCIA DEL COSTO DE SEGURIDAD	83
V.	CONCLUSIONES	85
VI.	BIBLIOGRAFIA	87
<b>ANEXOS</b>		
I.	SECAMIENTO DE GRANOS	88
II.	PROGRAMA DE TRABAJO	91
III.	ASPECTOS DEL MANTENIMEINTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LOS SILOS VERTICALES	96
IV.	LOS PLAGUICIDAS EN EL MEDIO AMBIENTE	101
V.	CARGADORES FRONTALES	122

## **1.- INTRODUCCION**

*El almacenamiento y conservación de productos perecibles de origen vegetal en granos, representa a nivel nacional una actividad fundamental de apoyo integral al sostenimiento de la demanda alimentaria, tanto por el desarrollo agroindustrial de las localidades, como para la necesaria importación de insumos básicos para el desarrollo industrial del país.*

*Para satisfacer la demanda interna de consumo, se tiene que importar volúmenes cada año crecientes de alimentos del extranjero; se tiene referencia que anualmente se importa más de 2,500,000 TM, significando que el 95% representa importación de arroz, maíz y trigo. Asimismo, se estima que un 10% del volumen importado se pierden por mal acondicionamiento del almacenaje o por factores de humedad, temperatura, insectos, hongos y roedores, como causales potenciales.*

*De allí, que la actividad de almacenaje cobra un rol de importancia que obliga a emplear los sistemas más seguros para la conservación de los granos; la ingeniería nos recomienda las técnicas de los sistemas de Silos como el que ofrece la mayor seguridad para su conservación con menor costo.*

*El ingreso al país de los granos importados, así como de su comercialización a nivel nacional está supervisado y controlado por el Ministerio de Agricultura mediante el SERVICIO DE SANIDAD AGRARIA (SENASA), que según normatividad vigente Decreto Supremo No 056-92 AG, Reglamento de Organización y Funciones del SENASA (Anexo VI del presente informe), establecen entre otras funciones, su responsabilidad por el control fitosanitario de los productos o subproductos agrícolas, supervisando y controlando la presencia endémica o epidémica de plagas en general.*

*En el presente informe técnico se tratarán de establecer y desarrollar los alcances que la ingeniería nos brinda y el detalle de los aspectos técnicos a tenerse en cuenta a fin de conseguir la óptima conservación de los granos, por un periodo corto o largo de varios meses.*

*Debemos adelantar sin embargo, que para lograr este objetivo debemos partir de las condiciones en que el grano se encuentre; para lo que se establecen previamente medidas de evaluación y control que en el transcurso de la exposición se señalarán, pero sin embargo debe tenerse en cuenta que uno de los factores principales para conseguir el mejor resultado rentable en su etapa de almacenamiento, es que el grano se encuentre en estado seco, limpio y entero.*

*El tema muestra una fuente nutrida de experiencias y técnicas multidisciplinarias en los campos de la Agronomía, Entomología, así como en las especializaciones en Manejo y Conservación de Granos y sobre todo en la Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial.*

*En el Segundo capítulo, se tratará sobre el concepto de la Ingeniería de Seguridad, el análisis de la posibilidad de daño de los productos almacenados y de las áreas de supervisión.*

*En el Tercer capítulo, analizaremos un caso de almacenamiento de productos agroindustriales de la familia de las gramíneas (maíz, trigo, arroz, etc) en silos verticales, para esto describiremos el servicio que se brinda, las instalaciones, los equipos, los productos a almacenar y los sistemas de seguridad y control para cada riesgo analizado dentro de las áreas de supervisión mencionadas en el Segundo capítulo.*

*En el Cuarto Capítulo estimaremos la rentabilidad del sistema de almacenaje en silos, estableciendo sus costos, comparándolo con la alternativa de almacenaje en losas, las ventajas económicas del empleo de los silos, y sobre todo el costo que representa mantener la sanidad del producto, sus condiciones de calidad y el mínimo porcentaje de inversión que requiere la aplicación de las medidas de seguridad, comparadas con su alta rentabilidad.*

*Finalmente, en el quinto capítulo resumiremos las conclusiones obtenidas luego del presente informe.*

## **II. EL CONCEPTO DE LA INGENIERIA DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS DE ALMACENAJE**

### **II.1. OBJETIVOS Y CONCEPTOS**

*El objetivo de esta rama de la Ingeniería es conseguir una actividad "segura", mediante el conocimiento y manejo de los riesgos inherentes al proceso y a la implementación de técnicas que impidan que estos riesgos se materialicen en daños y consecuentes pérdidas.*

*En toda actividad existe riesgo y el manejo del mismo depende como resultado, de la aplicación de técnicas de administración de riesgos y de una actitud personal que involucre la responsabilidad y compromiso individual de todas las personas involucradas.*

*Así como en otras ramas de la actividad industrial, en el SERVICIO DE ALMACENAJE será pues fundamental entregar el producto que nos fue confiado como almacén, en las mismas condiciones de valor que en las que fue recepcionado.*

*Concluyendo con el concepto que se quiere sustentar, se debe llegar a tener claro que "ningún negocio es bueno si este no puede ser realizado con seguridad".*

## **II.2 LA ADMINISTRACION DE RIESGOS**

*La Administración de riesgos se define como la planificación efectiva de los recursos para controlar los daños consecuentes de la materialización de un riesgo; dentro de esto es primordial determinar los riesgos y sus implicancias, a partir de los cuales podremos implementar estrategias para su manejo, entre ellas:*

***Prevenir.-*** adoptar medidas a fin de evitar que se genere algún hecho inesperado que ocasione daño

***Combatir.-*** este concepto consiste en que una vez producido algún hecho inesperado, se cuenten con planes de respuesta que permitan controlar las consecuencias del hecho, no manifestándose en daños.

***Derivar a un tercero.-*** mediante la adopción de pólizas de seguros, la cual cubra las pérdidas que ocasionen los daños, no afectando la economía empresarial.

***Asumir.-*** Decidir no actuar sobre algún riesgo, asumiendo como pérdidas manejables los daños que hubieran sido consecuencias del hecho.

### **II.3 EL CONTROL DE DAÑOS**

*A continuación queremos mencionar las ocurrencias por las cuales los productos almacenados se podrían ver dañados y/o mermados, a fin de mostrar las áreas de supervisión sobre las cuales la Ingeniería de Seguridad debe establecer sistemas de control:*

- \* *Daño por fuego, calor, temperaturas, contacto eléctrico*
  
- \* *Daño por agua, inundación o humedad*
  
- \* *Daño por golpe, caída o trituramiento*
  
- \* *Daño por hurto, robo o merma*
  
- \* *Daño por insectos, roedores o microorganismos*

*Desde esta base teórica desarrollaremos el tema mencionado, destacando en cada caso los riesgos a los que las instalaciones, equipos, producto y personal pueda estar expuesto.*

## **II.4 ESTRATEGIAS PARA EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE LA INGENIERIA DE SEGURIDAD**

1.- *Instruir y guiar en forma continua a todo el personal del almacén en Seguridad, es decir:*

- *En el análisis de los procedimientos de trabajo, y la eliminación de condiciones y actos inseguros.*
- *En el control del riesgo de incendio, la química del fuego, su naturaleza, prevención y control.*
- *Sobre los requerimientos de almacenaje, guardiana, conservación y control de los agentes externos que puedan dañar las mercaderías.*
- *Sobre la identificación de productos químicos y/o tóxicos, e instruyendo medidas para controlar el riesgo de su empleo y almacenaje.*
- *Sobre los planes de reacción y control de emergencias, convocando la participación de todo el personal en brigadas de respuesta por evacuación, incendio y/o emergencia médica.*
- *Sobre toda ocurrencia que impida el desarrollo seguro de sus actividades, analizando sus causas y coordinando medidas que eviten su recurrencia.*

- 2.- *Establecer un sistema técnico de evaluación de los productos almacenados; llegando a conseguir una atención inmediata a las condiciones de calidad de los productos y que esta se conceptue como mantenimiento de la "seguridad del producto", la misma que sea un atributo del servicio de almacenaje.*
- 3.- *Desarrollar el empleo de inspecciones, mediante el empleo de listas de verificación : de instalaciones, de procedimientos de trabajo, de operatividad y mantenimiento de equipos, de supervisión de los trabajos realizados por terceros, etc., las mismas que realizadas por el propio personal operario entrenado, les permita reconocer los riesgos de su labor, desarrollando una actividad preventiva.*
- 4.- *Activar y motivar la formación de Comités de Trabajo, los mismos que integralmente analicen la eficiencia de las actividades, es decir la aplicación de las normas seguridad en todos los niveles del servicio de almacenaje.*
- 5.- *Motivar la participación del personal en seguridad, considerando estas actividades como parte de su labor y propias de su función.*

### **III.- CASO : EL SERVICIO DE ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES**

#### **III.1. GENERALIDADES**

*El servicio de almacenaje proporcionado, trata principalmente del almacenamiento de grandes volúmenes de productos agroindustriales en granos que la industria y consumo local requieren para el mantenimiento de la seguridad alimentaria, en este caso analizaremos la guardianía y mantenimiento de productos vegetales de la familia de las gramíneas, con esto se entiende que se tratará de productos perecibles como por ejemplo maíz, trigo, cebada, arroz, menestras, etc.*

*El servicio que describiremos trata del almacenaje de cereales con una humedad promedio entre 11 y 14 % a fin de mantener el producto en condiciones de calidad adecuadas.*

*Como es conocido, el almacenaje es la etapa en la que el grano una vez recepcionado, permanecerá inmóvil por un tiempo, durante el cual, se producirán una serie de procesos interrelacionados entre sí, y que al final incidirán en la calidad del producto.*

*Es importante mencionar, según lo veremos más adelante, que para una mayor humedad del producto, no es técnicamente recomendable almacenar el producto en silos, en estos casos se realizan previamente procesos de SECADO, el cual consiste en la eliminación de agua del interior del grano mediante su evaporación mediante flujos de aire caliente de menor humedad que el grano. (Detalle del secamiento de granos se han incluido en el Anexo I)*

*La Planta brinda el servicio de recepción, almacenaje, mantenimiento y despacho de granos para lo cual cuenta con sistemas de control de nivel, temperatura, humedad y aereación, así mismo con personal calificado en la evaluación fitosanitaria de los granos, a fin de que le permitan brindar una labor eficiente, mediante la detección oportuna de condiciones no adecuadas durante su almacenaje.*

*Adicionalmente, los servicios mencionados pueden realizarse independientemente y en forma simultánea, es decir que mientras algunos productos se encuentran almacenados, es posible despachar granos de otro Silo y en forma simultánea, en otro Silo recibir producto.*

*La Planta cuenta con un sistema de aereación mediante ventiladores centrífugos instalados en la parte inferior de cada silo metálico, mediante los cuales se consigue el movimiento de aire a través de granos almacenados.*

*La aereación es uno de los aspectos más importantes en la conservación de los mismos, no debe ser entendida como un medio para secar grano si no como un medio para preservarlo mediante el mantenimiento de su equilibrio hídrico, así como para igualar la temperatura dentro de su masa y enfriarlo.*

*El tema de la aereación del grano y su importancia será ampliamente desarrollado en el presente informe*

*Todo el sistema de almacenaje, accionamiento de motores de los elevadores, cintas transportadoras, controles de nivel y temperatura del producto almacenado, se encuentran supervisados por un plano mimico eléctrico, el cual centraliza toda la información y a distancia que permite accionar, desconectar y señalar el estado de operación de estos sistemas mecanizados.*

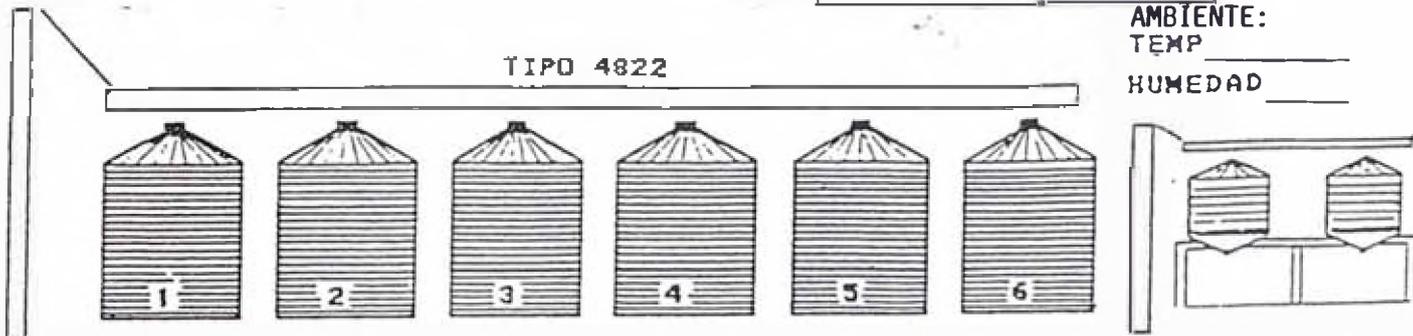
*Para el control de ingreso de productos se cuenta con una Ficha de informe diario del Inventario de productos, la misma que se muestra en el Gráfico No 1 y que permite conocer el estado de los silos, su capacidad y disponibilidad de espacio, así como para programar la recepción de productos e indicar las novedades que se pudieran presentar.*

FICHA DE INFORME DIARIO DE INVENTARIO DE PRODUCTOS

SILOS MULTIPLES

Fecha: .....

DIMENSIONES					DENSIDAD	CAP
SILO	TIPO	VOLUMEN	DIAMETRO	ALTURA		
1 - 6	4822	3568 M3	14.55 MT	20.22 MT	MAIZ 0.75	2676 TM
					TRIGO 0.80	2854 TM
					CEBADA 0.65	2320 TM



SILO	FECHA Ingr	CLIENTE	VAPOR	PESO	T°C	T°C max	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							

PROGRAMACION

CLIENTE	VAPOR	PRODUCTO	CANTIDAD	ETA (*)

(\*) FECHA DE ARRIBO DE LA NAVE

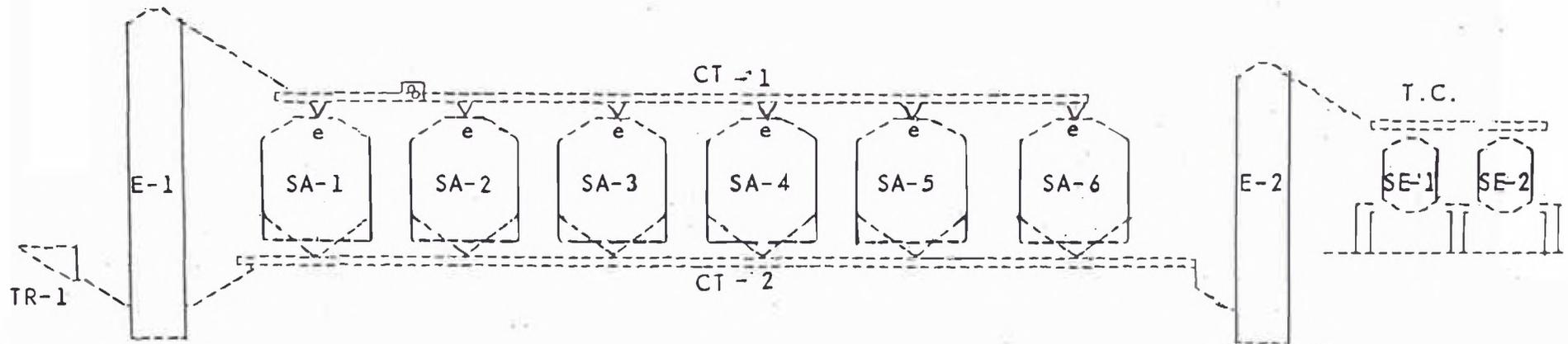
### **III.2. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES, PROCESOS Y EQUIPOS**

*Las instalaciones de la planta ocupan un área de aprox. 5,000m<sup>2</sup>, se encuentra perimetralmente aislada mediante una malla metálica plastificada de rombos de 2"x2" a 2.10 m de altura, unida mediante paños empernados de 6m de largo c/u, contando con una sola puerta de acceso peatonal al área de silos de almacenamiento, para el acceso a los silos de despacho, esta se encuentra también separada mediante malla metálica, y el acceso a estos silos de expedición se realiza mediante dos puertas batientes de 6m c/u, las cuales permiten el ingreso y salida de los vehículos para el despacho de productos.*

*En el gráfico No 2 se muestra el esquema de la Planta, el cual a continuación describimos:*

*El proceso de almacenaje se inicia en la **TOLVA DE RECEPCION (TR-1)** ubicada bajo el nivel de piso terminado construida en concreto armado de 15m<sup>2</sup> con rieles metálicos dispuestos en forma paralela, estructura portante en el subsuelo, con espaciamientos de 0.10M entre ellos, de forma que los vehículos de carguío de granos -con tolva removible descarguen el producto, y este ingrese al sistema de recepción y transporte por gravedad.*

## ESQUEMA DE LA PLANTA



- TR 1 : TOLVA DE RECEPCION
- E 1,2 : ELEVADORES DE CANGILONES
- CT 1,2 : CINTAS TRANSPORTADORAS
- SE 1,2 : SILOS DE EXPEDICION
- SA 1,6 : SILO DE ALMACENAMIENTO DEL 1 AL 6
- TC : TRANSPORTADOR DE CADENA
- e : ESPARCIDOR DE GRANO

GRAFICO Nº 2

Al caer éste abastece a un sistema transportador de altura: **ELEVADOR DE CANGILONES (E-1)** (Detalles de este equipo se aprecia en el Gráfico No 3), el cual está formado por 13 cangilones metálicos por cada metro lineal, accionado por un motor eléctrico de 50cv y con una capacidad de 240 tm/hr eleva el producto hasta una altura de 41 m, para descargarlo a una **CINTA TRANSPORTADORA (CT-1)** (Detalles de este equipo se aprecian Gráfico No 4) de 24" de ancho y 102m de largo accionada por un motorreductor de 12.5 CV que traslada el producto sobre los registros superiores de ingreso, a los cuales cae el producto a través de un **CARRO PORTATIL DE DESCARGA (CD)** mediante un ducto registro de 10" de diámetro.

Este sistema realiza una descarga lateral, mediante el empleo de un doble eje para el giro de la faja en una campana de captación por inercia, descargando por gravedad hacia el ducto de entrada al silo.

La Planta cuenta con **06 SILOS de ALMACENAMIENTO (SA-[1,6])** (Detalles en el Gráfico No 5) los cuales son tanques verticales de fondo y techo cónicos con cobertura de plancha acanalada galvanizada de 3,500 m<sup>3</sup> de capacidad nominal, (14.50m de diámetro y 24.50m de altura total) los cuales permiten un almacenamiento promedio de aprox. 2,850 TM de granos; con la finalidad de conseguir una distribución uniforme y homogénea en la entrada de los silos cuenta con un **ESPARCIDOR DE GRANOS** motorizado, el cual gira mediante de un motor de 1CV..

# ELEVADORES DE CANGILONES

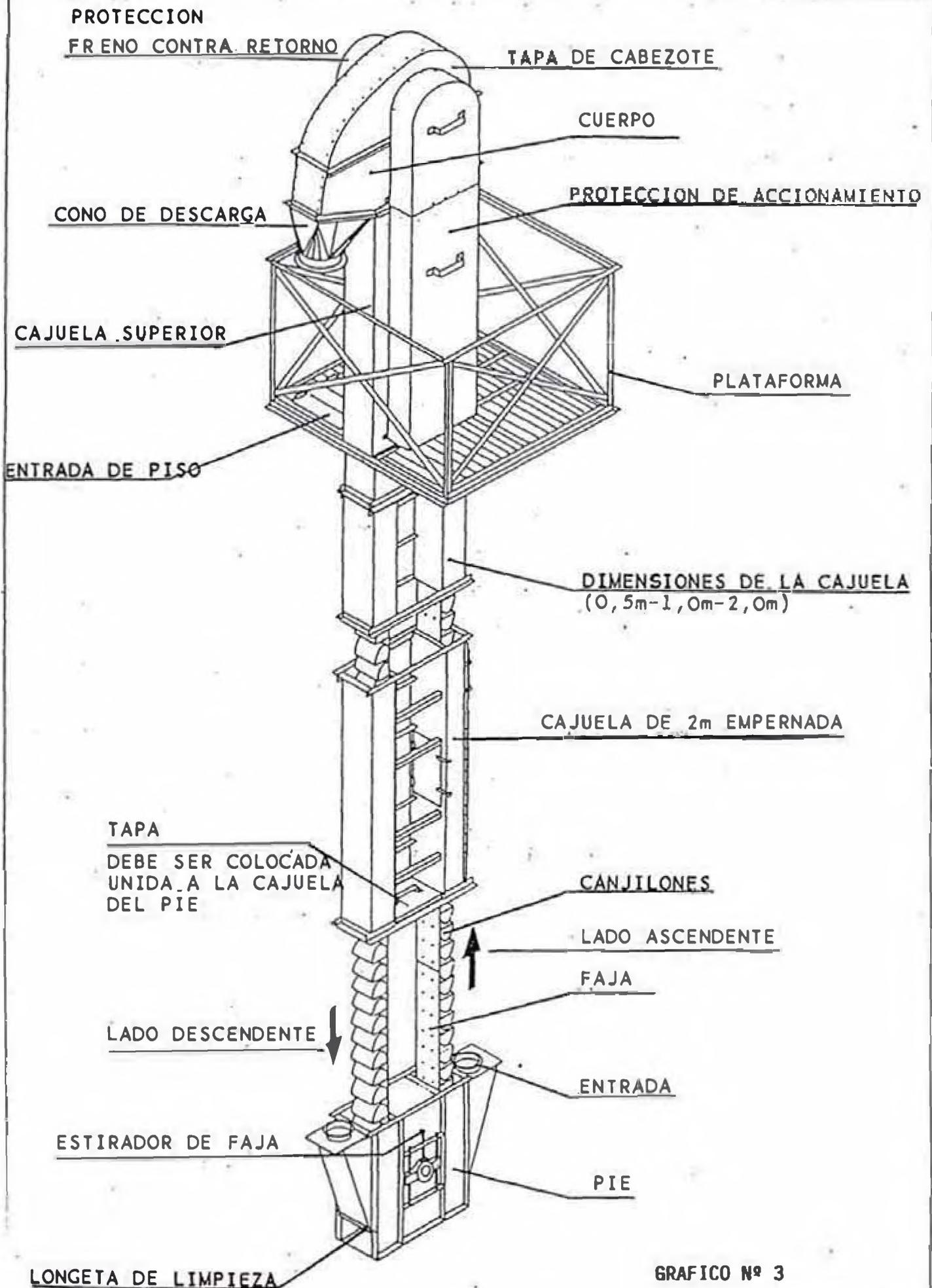


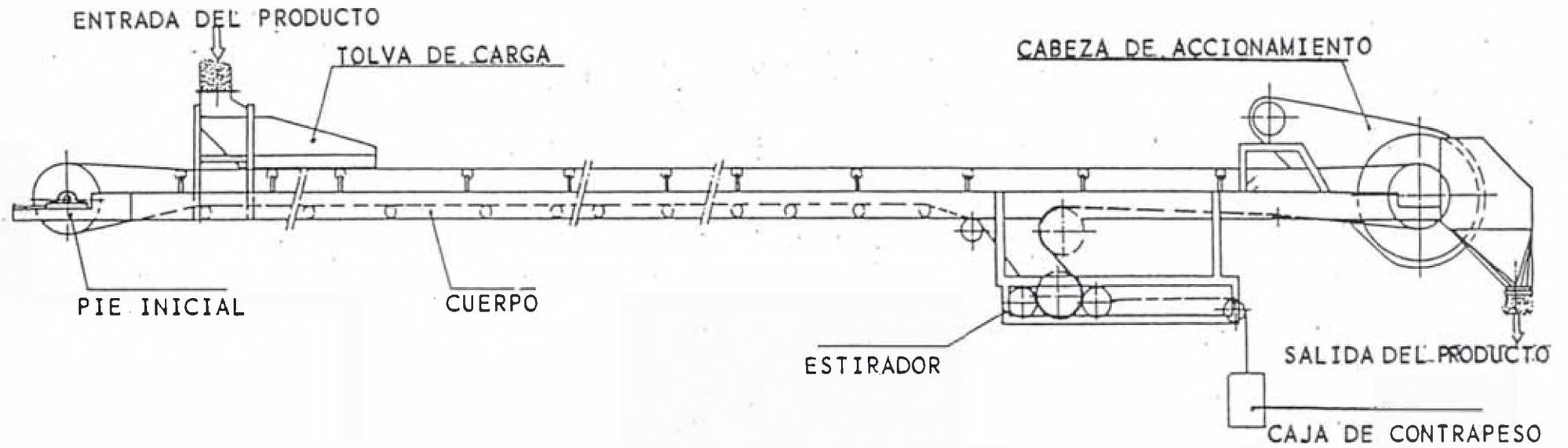
GRAFICO Nº 3

Estos silos se encuentran soportados en estructuras de concreto armado, colocados en forma consecutiva alineada, con una separación de 3 metros entre ellos.

Toda el área libre del piso está conformada por una capa de terreno afirmado con una carpeta de asfalto de 2" de espesor.

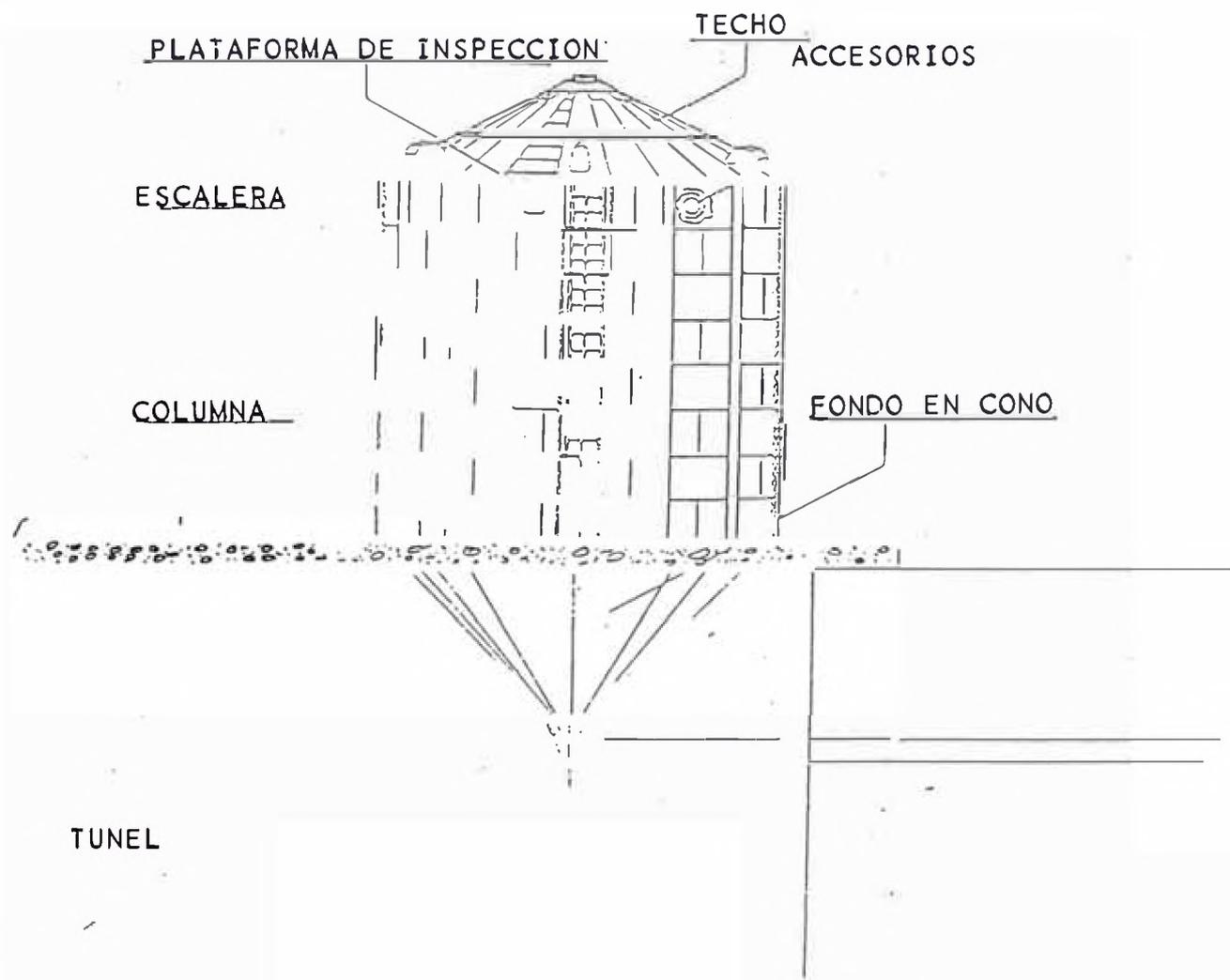
Para la descarga de los silos, el proceso es inverso, es decir en la parte inferior se cuenta con tapas de registro de 10" de diámetro desde las cuales mediante un sistema de compuerta manual, el producto cae sobre una **CINTA TRANSPORTADORA (CT-2)** (Gráfico No 4) de 24" de ancho y un largo total de 91.50 m accionada por un motorreductor de 12.5 CV que traslada el producto hasta alimentar un **ELEVADOR DE CANGILONES (E-2)** (Gráfico No 3) el cual está formado por 13 cangilones metálicos por cada metro, accionado por un motor eléctrico de 50 CV y con una capacidad de 200 TM/hr eleva el producto hasta una altura de 29 m, para descargarlo a un **TRANSPORTADOR DE CADENAS (TC-1)** que abastece a dos pequeños **SÍLOS de DESPACHO (SD-1,2)** los cuales son tanques verticales de techo y fondo cónico de plancha acanalada galvanizada de 160 m<sup>3</sup> de capacidad nominal, (5.40m de diámetro y 9.75m de altura total) y permiten despachar hasta 200 tm/h, mediante ductos ubicados en la parte inferior de estos silos, de 10" de diámetro al cual se le instalado una llave de compuerta que controla manualmente la descarga a los vehículos graneleros.

DETALLE DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS



CINTAS TRANSPORTADORAS

GRAFICO N° 4



DETALLE DE LOS SILOS  
METALICOS VERTICALES

GRAFICO Nº 5

*En la parte alta de los silos, se cuenta con una pasarela que recorre toda la instalación, desde el elevador de entrada hasta el elevador final para la descarga de los silos, mediante esta pasarela se tiene acceso al sistema de cinta transportadora para ingreso del producto a los silos, al carro de descarga, a los sistemas electromecánicos de accionamiento de la faja y a los sistemas esparcidos dentro de los silos.*

*Las cintas transportadoras se encuentran tensionadas a ambos lados mediante el empleo de contra pesos, como lastres ubicados a los extremos de la misma.*

*Así mismo, en la parte inferior se cuenta con un túnel el cual igualmente recorre toda la instalación y a través del cual se tiene acceso a la faja de transporte de granos para descarga del silo, a las tapas de registro y a los sistemas electromecánicos de traslado del producto.*

*Todos los silos cuentan con tapas de registro a media altura, de forma que sean utilizados como boca-hombres para observación del producto e ingreso a los mismos para trabajos de limpieza o fumigación, para acceso a ellas se cuenta con escaleras tipo gato, en el interior y exterior de cada silo. Así mismo en la parte superior cuentan con 08 respiradores abiertos, del tipo campana los cuales permiten la salida de aire o polvo, eliminando cualquier posibilidad de presión interna y al mismo tiempo impiden el ingreso de agua de lluvia o productos extraños directos.*

*Dada la presión interna que puede llegar a alcanzar el producto dentro del silo cargado contra las tapas, estas cuentan con una doble tapa interior de refuerzo.*

*Para el acceso a la pasarela superior se cuenta con escaleras tipo gato, protegidas mediante anillos metálicos y sobre el techo de los silos con barandas laterales de seguridad.*

*Cada uno de los silos cuentan con un sistema de control de nivel del producto almacenado, para esto en su nivel máximo de llenado -20 m sobre el nivel del piso- cuentan con una membrana que trabaja como contrapeso, la misma que al ser presionada por la caída del grano dentro del silo, accionan una señal de alarma eléctrica audible y visual, ubicada en la caseta de comando.*

*Para la aereación de los silos en la parte inferior cuentan con tapas de 30" de diámetro, en las cuales se conectan ventiladores del tipo centrífugo, con motor de 3520 RPM y 25 CV que mantienen un flujo de 0.1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de grano almacenado.*

*El sistema de termometría instalado consiste en la medición de la temperatura dentro del silo, esta se realiza mediante 05 cabos que recorren todo el silo de arriba - abajo, los cuales cada 2 m tienen instaladas termocuplas, las cuales envían una señal eléctrica a través de una caja de conmutación a un micro procesador de termometría, este sistema llega a la caseta de comando, donde en el panel eléctrico de supervisión señalado anteriormente canalizan toda la información.*

### **III.3. REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS**

*A partir de los riesgos a los daños expuestos en el Capítulo II, analizaremos las medidas de control y de administración de riesgos dispuestas para las instalaciones, equipos y personal, en el capítulo siguiente trataremos lo referente al requerimiento de seguridad de los productos almacenados.*

*De lo dicho las causales de daño a controlar se refieren a:*

- \* Daño por fuego, calor, temperaturas, contacto eléctrico*
- \* Daño por agua, inundación o humedad*
- \* Daño por golpe, caída o trituramiento*
- \* Daño por hurto, robo o merma*
- \* Daño por insectos, roedores o microorganismos .*

*Adicionalmente a los procedimientos operativos , el sistema de seguridad a implementar considera la verificación del cumplimiento de normas y medidas que permitan mantener la actividad de almacenaje bajo un nivel óptimo de control y seguridad, las cuales seguidamente describiremos.*

### **III.3.1 NORMAS GENERALES**

- *El ingreso al área de silos es restringido.*
- *El personal de conductores y ayudantes de los vehículos de carga o descarga deben permanecer en sus vehículos con motor apagado y llaves en el contacto permanentemente.*
- *Por ningún motivo este personal podrá ingresar a la instalación.*
- *Una de las principales exigencias dentro de la Planta será el velar por el orden y limpieza, considerando en forma continua el recojo y eliminación de polvo combustible.*
- *Está terminantemente prohibido fumar o hacer fuego abierto dentro de las instalaciones*
- *Todo trabajo en altura debe realizarse mediante el empleo de un cinturón de seguridad*
- *Está terminantemente prohibido ingresar a algún silo sin equipo de protección respiratoria. Así mismo antes de ingresar se debe verificar que se encuentre operativo el sistema de aereación.*
- *Todo trabajo en el área, obliga al empleo de casco de seguridad, zapatos de seguridad con suela antideslizante sin clavos y guantes de badana.*
- *El personal en esta área no debe usar ropa suelta*
- *Mantener permanentemente las guardas o protectores de las partes en movimiento instaladas.*

- *Cuando el personal tenga que trabajar en transportadores y/o elevadores que se manejan con mandos remotos, debe solicitarse la instalación de letreros: "NO TOCAR, PERSONAL TRABAJANDO EN EL SISTEMA" los cuales deben ser instalados en los interruptores eléctricos principales, en posición de apagados (off)*
- *.Toda ocurrencia de daño al personal, instalaciones, equipos o producto almacenado debe ser informado al Area de Seguridad, realizándose la investigación correspondiente y estableciendo normas y medidas correctivas que eviten su recurrencia.*
- *Todos los días Lunes, el Supervisor del Area, dará seguimiento al Programa de Mantenimiento Preventivo, registrándose en el Cuaderno Bitácora, el avance y cumplimiento del mismo. Mensualmente el Comité de Seguridad dará seguimiento al mismo.*
- *Todo trabajo de soldadura u oxicorte será supervisado por el encargado del Area debiendo el Area de Seguridad verificar el cumplimiento de las medidas de prevención previas a la realización del mismo. Esta autorización será escrita mediante el Permiso de Trabajo en Caliente.*
- *Es función del Supervisor encargado velar por el cumplimiento de las Normas de Seguridad en el empleo de plaguicidas previas a la aplicación de algún producto en la PLanta.*

### **III.3.2. CONTROL DEL COMBUSTIBLE - GRANO / POLVO VEGETAL**

*Uno de los mayores riesgos presentes en estos sistemas de almacenamiento lo representa el polvo producto de la rotura de los granos, en su traslado o manipuleo, el cual siendo su naturaleza combustible vegetal, en presencia de oxígeno y ante una fuente de ignición puede bajo ciertas condiciones del entorno (granulometría del polvo, concentración en el aire - gr/m<sup>3</sup>, energía de la fuente de ignición, % de humedad del polvo, % humedad relativa del aire) deflagrar y consumir mediante una reacción súbita de oxidación todo el material particulado presente, liberando energía, luz y calor; si estas condiciones se presentan en un recinto cerrado se produce una explosión.*

*Según la National Fire Protection Association (NFPA), las explosiones por polvos de cereales tienen una gravedad significativa, llegando a una presión máxima de explosión de 7,000psi (libras/pulg<sup>2</sup>), requieren de una temperatura mínima de ignición de 230 oC y una concentración mínima de 50gr/m<sup>3</sup>.*

*El polvo adicionalmente al grave riesgo de explosión que presenta, tiene otros factores importantes a tener en consideración:*

*Por un lado, es un elemento orgánico que se posiciona en toda la instalación, y se descompone, su falta de limpieza o remoción genera su oxidación y daño de las estructuras metálicas por corrosión, esto agravado en condiciones de humedad relativa altas.*

*Su eliminación o remoción de las estructuras más altas de la planta (aprox. 25 m) presenta un riesgo importante para el personal encargado de esta limpieza debido al necesario trabajo en altura y su posible caída.*

*Se ha mencionado este agente en forma independiente debido a la gravedad de los casos que la experiencia ha mostrado y debido a la necesidad de establecer medidas principalmente preventivas, entre ellas:*

- Considerar la implementación de un sistema de captación de polvo en todas las etapas del recorrido del grano dentro del sistema de almacenaje.*
- Contar con un Programa de limpieza frecuente y de disposición final con personal exclusivamente dedicado y preparado para esta labor. Este Programa de limpieza debe considerar el tratamiento superficial y repintado de las estructuras afectadas.*
- La utilización de diseños estructurales que permitan aliviar las ondas de presión de las posibles explosiones.*

### **III.3.3. CONTROL DE LAS FUENTES DE IGNICION**

*A) Riesgo eléctrico.- Una de las principales fuentes de ignición la presentan las instalaciones eléctricas, en nuestro caso todos los aparatos, circuitos y equipos eléctricos empleados en el área de los silos de almacenamiento, de usos en motores, iluminación y monitoreo, deben cumplir con la clasificación de la Norma de la NFPA 70 de Clase II, División I, Grupo G. (1)*

*B) Electricidad estática.- Durante las operaciones de carga, descarga y traslado del producto se presenta esta forma de energía, por fricción de los materiales, y entre los materiales y los elementos propios de la instalación, generándose una gradual acumulación de electricidad estática, la misma que si no es drenada a tierra, puede alcanzar niveles que provocan su descarga súbita, es decir chispas con energía suficiente para inflamar la mezcla polvo combustible - oxígeno; este riesgo es controlado mediante la conexión a tierra de las carcasas o bastidores metálicos de las maquinarias.*

*(1) Código Eléctrico Nacional - NFPA 70 - Editado pps Organización Iberoamericana de Protección Contra Incendios 1991 pág. 394 - 398art. 500-2 y 500-5*

**C) Operaciones de oxycorte o soldadura, fuego abierto.-** Todo trabajo de esta naturaleza debe contar con un Permiso escrito aprobado por el área de Seguridad, según copia en anexo adjunto este Permiso verifica la ausencia de productos combustibles, el buen estado de los equipos a emplearse, el orden, limpieza y supervisión responsable de la labor a cargo de personal calificado y protegido mediante los equipos de protección personal exigidos, la existencia y operatividad de equipos extintores cercanos.

**D) Recalentamiento de partes en movimiento - fricción.-** El empleo de rodillos, rodajes accionados mediante motores eléctricos de las fajas transportadoras, y torres elevadoras de granos, genera en caso de fallas, recalentamientos de las partes móviles con grave riesgo de incendio, como medidas de control para este riesgo se cuenta con Programas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, el cual se muestra en el Anexo III y se basa en inspecciones frecuentes de los equipos, detección sonora de fallas y de los análisis de vibración.

**E) Combustión espontánea.-** El grano entero es un producto estable y no sufre combustión si se le protege contra la humedad, insectos y hongos. La denominada combustión espontánea es originada por la destrucción microbiológica producida principalmente por hongos en ciertas condiciones de elevada humedad que generan derivados de la oxidación de los hidratos de carbono.

*La incidencia de este tipo de incendios es poco frecuente aunque se han registrado algunos casos.(2)*

*Como medidas preventivas a este riesgo se tiene el aspecto de la seguridad y seguimiento del producto el cuál posteriormente será ampliamente desarrollado.*

**F) Otras fuentes de ignición.-** *La recepción de productos en grano muchas veces trae consigo elementos extraños, como partes metálicas que dependiendo de la energía que pudieran liberar al golpear con otras partes metálicas, o elementos propios (desprendimiento de cangilones) que al ingresar al sistema, generan rozamientos que pueden presentarse como un punto de ignición y ocasionar la deflagración de los productos combustibles presentes.*

*A fin de prevenir este riesgo previo a la descarga del grano se cuenta en la tolva de recepción con mallas metálicas de contención y en otros casos con sistemas magnéticos de captación de elementos metálicos. Así mismo se considera el empleo de cangilones plásticos.*

**(2) Manual de Protección contra incendios - NFPA - Ed. MAPFRE - 1,991**

**III.3.4. PROTECCION MEDIANTE SISTEMAS DE AGUA Y EQUIPOS  
PORTATILES CONTRA INCENDIOS / PERSONAL BRIGADISTA**

*La Planta está circundada por una tubería de agua contra incendios de 4" de diámetro alimentada por una motobomba centrífuga con capacidad de 500 gpm - 150 psi, con un almacenamiento continuo mediante tanque independiente de agua de 100 m3.*

*Según se conoce de la Ingeniería Contra Incendios, con este sistema se contaría con aprox. 1:30 Horas de ataque directo de la emergencia con ratios promedio de 250 gpm, a partir de 2 líneas simultáneas de agua de 1.5" de diámetro a 100 - 80 psi.*

*Como apoyo externo inmediato se cuenta con Unidades del Cuerpo de Bomberos, cercanos con un tiempo de respuesta de 05 minutos, así mismo estas se encuentran comunicadas mediante línea telefónica dedicada.*

*En las instalaciones se cuenta con extintores portátiles de:*

*Polvo Químico Seco del tipo ABC en base fosfato de mono amonio, de estos se cuentan con 06 de 15 kg, ubicados en :*

*02.....En el área de las Tolvas de Recepción, al ingreso al tunel de traslado de productos.*

*02.....En el área de los Silos de despacho, a la salida del tunel de traslado de productos.*

*02.....En la pasarela superior para control inmediato de algún amago de incendio en los equipos eléctricos en la parte superior de los mismos.*

*Anhidrido carbónico del tipo BC, de estos se cuentan con 04 de 10 kg, ubicados en:*

*02.....En la sala de comando, para control de emergencias de naturaleza eléctrica a nivel del panel principal.*

*02.....En el tunel junto a motores eléctricos de la cinta transportadora.*

*Agua a presión, de estos se cuenta con 02 cisternas de 150 litros cargados a 125 psi, con línea de descarga de 1" de diámetro, ambos ubicados para control de alguna emergencia en los vehículos de traslado de productos.*

- *Adicionalmente al equipo descrito para protección contra incendios, se considera:*
- *la implementación de un sistema de detección temprana, y respuesta a partir del mismo personal del área entrenado, con 24 horas de presencia.*
- *De una Central de Comunicaciones (interna y de apoyo externo), provista de un sistema de perifoneo, alarmas, y líneas telefónicas dedicadas con las entidades de apoyo externo.*
- *De una respuesta coordinada mediante el entrenamiento del personal en general y la disposición de equipos contra incendios.*
- *De la formación, instrucción y motivación de Brigadas Contra Incendio para las 24 horas del día y para los 365 días del año.*
- *Del mantenimiento y habilitación de acuerdo a normas NFPA de un tanque de reserva de agua, una motobomba centrífuga, un tendido de tuberías, la disposición de válvulas, mangueras y pitonera contra incendio.*

### **III.3.5. OTROS RIESGOS A ANALIZAR**

*En las instalaciones el Daño por agua, inundación o humedad no presenta mayor consecuencia de pérdida debido a los programas de limpieza frecuente y mantenimiento mencionados, así como por la hermeticidad de los sistema eléctricos requeridos en este tipo de instalaciones de almacenamiento de granos. Ver riesgo eléctrico.*

*Así mismo, los daños por inundación están controlados a existir túneles inferiores de captación y drenaje alejados del producto y por no contarse dentro de las instalaciones con sistemas de agua de uso industrial. La red de agua contra incendios se encuentra independiente y alejada.*

*El concepto de daño por humedad se presenta sobre el producto y será vista integralmente en el acápite III.4.2.*

*por el empleo de equipos de protección personal y/o empleo de guardas en las partes en movimiento, barandas en lugares de altura, y tarjetas de autorización de trabajos o inmovilización de equipos en uso.*

*Por otro lado, en algunas oportunidades para el acarreo del grano se emplean cargadores frontales, los cuales presentan riesgos adicionales a controlar. A fin de ilustrar sobre estos peligros, en el presente informe como Anexo V se ha incluido un artículo de la Revista Noticias de Seguridad, el cual trata ampliamente sobre sus requerimientos de seguridad.*

*Los Daños por hurto, robo o merma se dirigen principalmente a faltantes del producto, para esto en el exterior de la Planta se cuenta con Balanzas camioneras de control de ingreso y salida del producto.*

*Sobre estas mermas de productos a continuación se analizan los porcentajes permisibles y aceptados, referidos principalmente a daños sobre el producto, en las que las condiciones de almacenaje, su humedad, temperatura y manipuleo cobran un papel prioritario.*

*El aspecto del control físico externo está controlado mediante un sistema administrativo de control, en conjunto con un sistema de vigilancia perimetral de control físico de accesos tanto para el ingreso como para la salida de productos.*

*Los Daños por Insectos, roedores o microorganismos se dirigen principalmente a los productos, los cuales serán analizados ampliamente en la presente informe.*

#### III.4.

#### DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS A ALMACENAR

*El grano es un organismo viviente que está compuesto por otros muchos micro-organismos. El grano respira, no como los humanos, pero efectúa un cambio constante de oxígeno y dióxido de carbono.*

*El grano con alto contenido de humedad respira más rápidamente que el grano seco. El grano con alta temperatura respira más rápidamente que el grano de baja temperatura.*

*El grano tiene una capa protectora para protegerse de infecciones, virus y bacterias, cuando la capa protectora está dañada, las condiciones son propicias para la invasión de virus, bacterias y ciertos insectos.*

*Cada vez que el grano se almacena existen más de cincuenta variedades de esporas de hongos que están pegadas al grano, cuando las condiciones de humedad son propicias para la filtración de los hongos, éstos comienzan inmediatamente su proceso de reproducción.*

*Cada variedad de hongos, tienen su propia temperatura y condiciones de humedad para reproducción el 75% ó más de humedad relativa es la más apropiada para el desarrollo de varios hongos.*

*Aunque no se pueden ver los insectos vivientes en el grano, la larva y los huevos de los insectos están presentes, y cuando las condiciones para desarrollarse son propicias, pueden comenzar su proceso de reproducción. Los insectos pueden rápidamente aumentar la humedad del grano, lo cual facilita el crecimiento del hongo.*

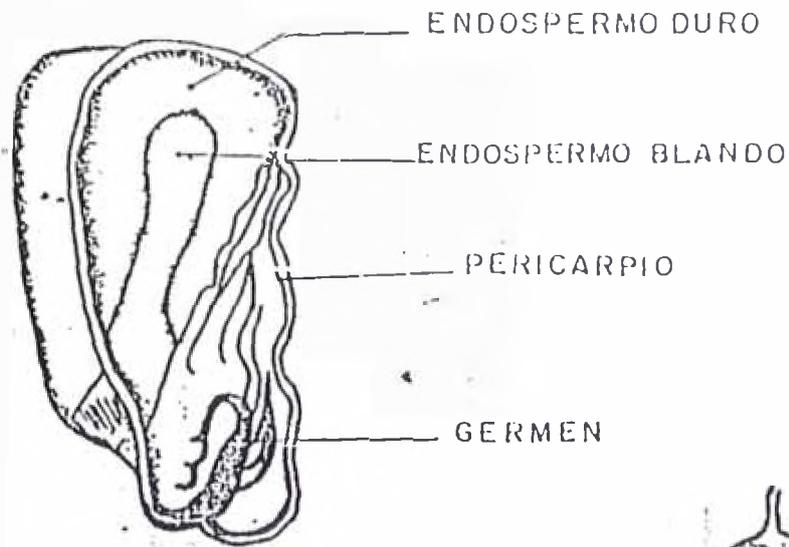
### **III.4.1 ESTRUCTURA DE LOS CEREALES**

*Para el manejo de los granos es esencial que las personas que se dedican a su cuidado conozcan parte de su estructura.*

*El endosperma, es la parte de donde se tiene que extraer la humedad, lo que se hace difícil, ya que su estructura está formada por pequeños espacios intercelulares que están incomunicados unos con otros y esto hace que el agua tenga que atravesar gran cantidad de paredes celulares para poder llegar a las capas exteriores.*

*En el Gráfico No 7 observamos observamos las partes que conforman la estructura del grano de maíz y del arroz con cáscara, sin embargo debemos mencionar que todo grano está conformado por dos partes la externa y la interna; la parte externa está formada por el pericarpio y el endosperma y la parte interna por el escútelos y el eje embrionario o germen.*

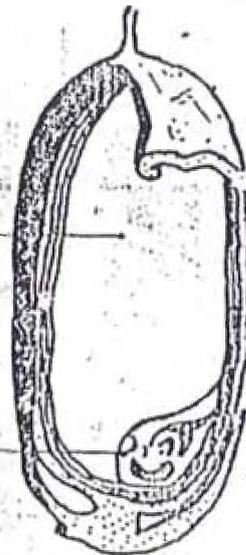
# ESTRUCTURA DE LOS GRANOS DE CEREALES



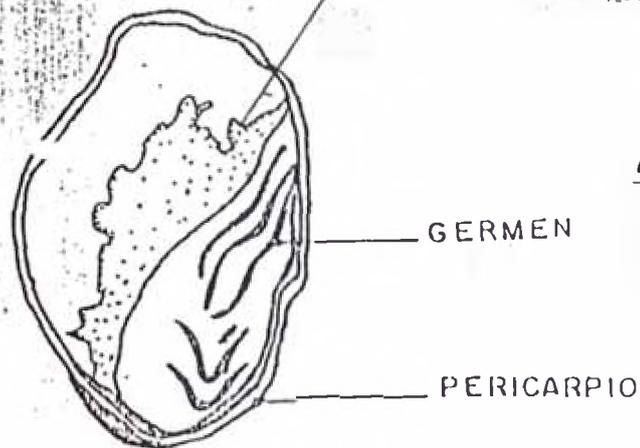
MAIZ

ENDOSPERMO

GERMEN



ARROZ CON CASCARA



SORGO

Entre las principales propiedades físicas de los granos podemos mencionar:

- \* **Porosidad.-** los granos son partículas granulares, independientes y en una masa definen un volumen de aire intersticial, este porcentaje de aire intergranular permite mover aire a través de ellos y por lo tanto eliminar calor y/o humedad excedente en la atmósfera intersticial.
  
- \* **Fluidez.-** esta calidad de movimiento de los granos, define el diseño de conductos de traslado de granos por gravedad y su fuerza de choque.  
*Este factor de fluidez es inversamente proporcional al ángulo de reposo y a la capacidad estática en los depósitos, así como a la capacidad de transporte por cinta.*
  
- \* **Segregación.-** se refiere a la separación natural del granel durante el llenado en el depósito, generalmente el material más pesado ocupará la parte central, mientras que el material más liviano los extremos cercanos a las paredes, donde se incrementa la humedad.
  
- \* **Sorción.-** es la retención de un gas en un cuerpo sólido, esto está íntimamente ligado con el equilibrio de la humedad del grano con respecto a su medio, es decir que la sorción será mayor cuanto mayor sea la superficie del lote (granos más cónicos).

• **Conductividad térmica.-** *la conductividad térmica del grano es sumamente baja, es decir que tiene una gran capacidad aislante, es por esto que se presentan focos bien localizados.*

• **Conductividad húmeda.-** *El movimiento de humedad en el aire se desplaza de la zona caliente a la zona fría; así mismo el aire caliente es más liviano que el frío y además es capaz de transportar más agua en forma de vapor.*

*En tiempo de invierno, con aire frío en el medio ambiente externo a un silo metálico por ejemplo; la baja temperatura enfría el aire intergranario en contacto con el grano cercano a la pared del silo, el mismo por ser pesado baja, el aire central más caliente sube, llevando mayor humedad a la parte superior, este vapor se condensa en el techo frío provocando una zona de deterioro.*

#### **III.4.2. AGENTES RELACIONADOS CON EL DETERIORO DE LOS GRANOS / ESTIMADO DE PERDIDAS**

*En la mayoría de los casos, los cambios que ocurren durante el almacenamiento de granos van en detrimento de su calidad. Por esa razón es necesario llegar a controlar las condiciones de almacenamiento de tal manera que las características originales, puedan ser mantenidas.*

*En el Gráfico No 8, que presentamos a continuación, se muestra la naturaleza de los riesgos presentes en la conservación del grano en función de su Temperatura y Humedad. Este diagrama, fue establecido por Burgess y Burrel en Inglaterra, y muestra valores promedio límites, sobre los cuales se favorece el deterioro del grano : por el desarrollo de insectos y hongos, o bien porque se activan procesos de germinación.*

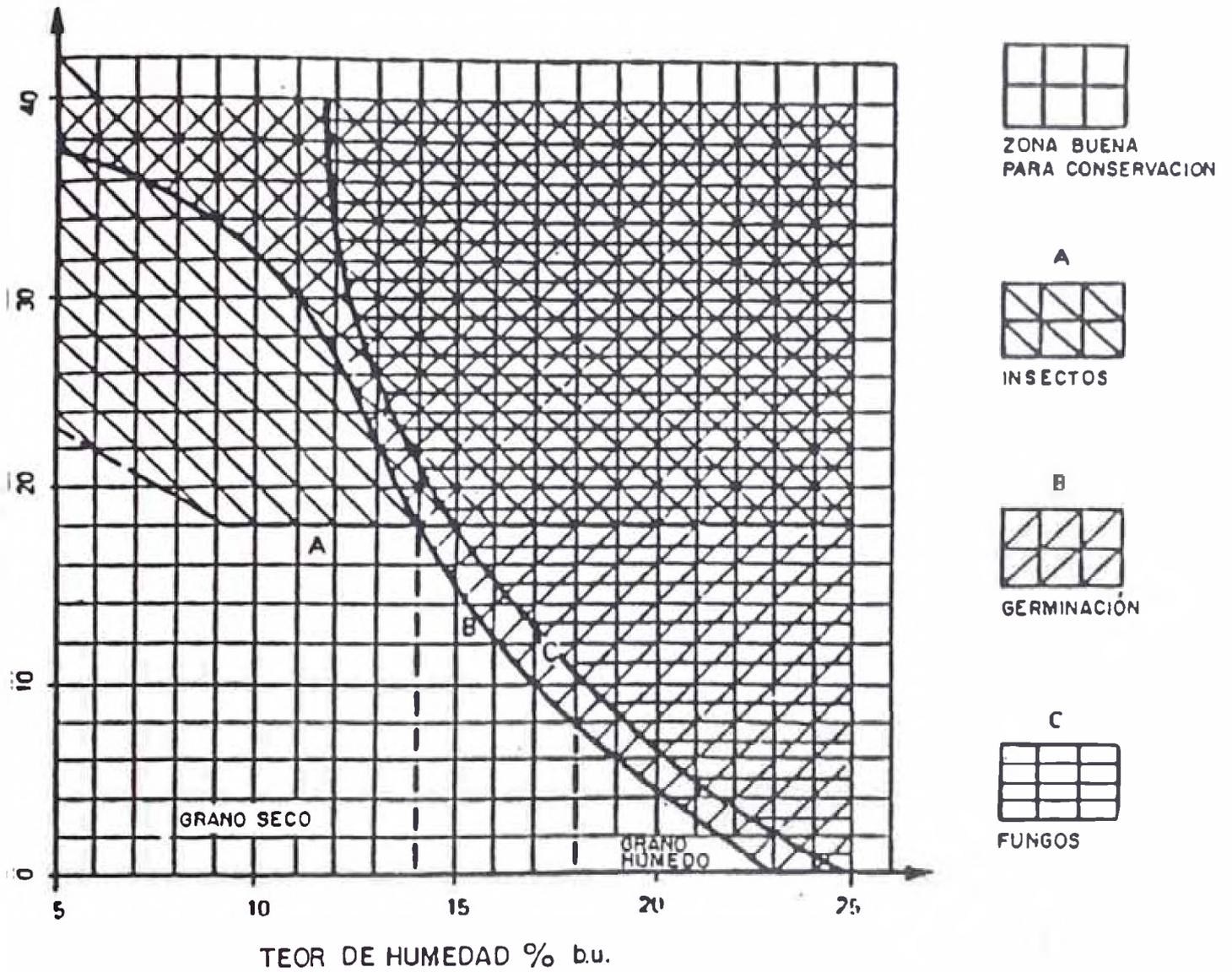
*Así mismo según veremos con mayor detalle, el equilibrio humedad-aire del grano, está en función directa a la temperatura, ya que a mayores temperaturas del aire con respecto al grano, el equilibrio se logrará en distintos niveles de humedad; Por otro lado a medida que la humedad del grano aumenta, su metabolismo aumenta la respiración, causando liberación de calor y agua.*

*Esta liberación de calor hace subir la temperatura de la masa almacenada que, si no es controlada, puede deteriorarla en su totalidad.*

*Cuando las condiciones son adecuadas, los granos pueden almacenarse por períodos largos sin que se presenten cambios importantes garantizándose su utilización para la alimentación humana y animal.*

# DIAGRAMA DE CONSERVACIÓN DE CEREALES

GRÁFICO DE CONSERVACIÓN DE CEREALES



*A continuación precisaremos los agentes relacionados detallando su actividad en el deterioro de los granos almacenados a fin que, a partir de su conocimiento establecer las medidas preventivas y o de control requeridas:*

- A. Alta humedad de los granos.*
- B. Alta temperatura de los granos.*
- C. Cantidad de oxígeno.*
- D. Presencia de Insectos - ácaros*
- E. Presencia de microorganismos.*
- F. Mala condición de la infraestructura - presencia de roedores y aves*
- H. Otros tipos de deterioro*

**A. HUMEDAD**

*Se entiende como humedad, a la cantidad de agua que el grano contiene en el interior de su masa; según ya se ha dicho, la masa del grano la constituyen básicamente:*

- Materia Seca.- compuesta de tegumento, endosperma y núcleo*
- Materia Húmeda.- compuesta de agua libre y agua de constitución.*

*Esta agua libre es aquella que existe en contacto con la estructura orgánica de los granos y es fácilmente retirada por efecto del calor.*

*La intensidad de respiración de los granos y de los microorganismos depende especialmente de la humedad y su temperatura.*

*La humedad es uno de los factores principales a considerar en el almacenamiento de los granos. Estos pueden ser almacenados por varios años si el contenido de humedad está a un nivel bajo.*

*El grano húmedo favorece las condiciones para la reproducción de hongos e insectos, que generalmente acompaña el grano.*

*Si el contenido de humedad en el grano esta fuera de un nivel seguro de almacenamiento y las condiciones ambientales no son adecuadas, se pueden almacenar los granos haciendo uso de sistemas mecánicos que permitan refrescar el ambiente y normalizar la temperatura de la masa del grano, generalmente empleando sistemas de aereación.*

*Las pérdidas de peso por la variación de humedad del grano se calculan en base a la siguiente ecuación:*

$$\% \text{ Pérdida} = \frac{\text{Humedad Inicial} - \text{Humedad Final}}{100 - \text{Humedad Final}} \times 100$$

*La experiencia ha demostrado que estas pérdidas de peso llegan en oportunidades a representar hasta el 1,5% del lote.*

*Adicionalmente, en los granos quebrados el agua e invasión de bacterias y virus ocurre con mayor rapidez que en los granos enteros, razón por la que deben de eliminarse. Estos granos quebrados aumentan la respiración y la absorción, representando un gran peligro para la seguridad del almacenamiento.*

*Es importante mencionar la condición migratoria de la humedad , la misma que se producirá por movimiento del aire intergranular debido a las condiciones ambientales de su almacenaje,. Durante el invierno, el aire frío y denso en la masa de granos al lado de las paredes crea una corriente descendente, en cuanto al aire caliente en el fondo y el centro crea una corriente ascendente.*

*El aire calentado sube por la parte central de la masa, absorbiendo humedad, al llegar a la superficie, la humedad en el aire es condensada, creando una región de mucha humedad, pudiendo formar una costra de granos en deterioro.*

## **B. TEMPERATURA**

*La temperatura es un factor de mucha importancia en la conservación de granos. El exceso de temperatura, al igual que la humedad, también activa el problema de hongos e insectos llegando a crear condiciones muy desfavorables para el grano. Se reconoce ampliamente que cualquier tipo de alimento se conserva en buenas condiciones cuando está almacenado bajo refrigeración. Esto se debe a que a bajas temperaturas, las reacciones bioquímicas se afectan muy lentamente; los mismos procesos son acelerados dentro del grano a temperaturas altas.*

*Es aquí donde los procedimientos de aereación juegan su papel cuando se aplican en forma correcta para normalizar la temperatura dentro de la masa del grano.*

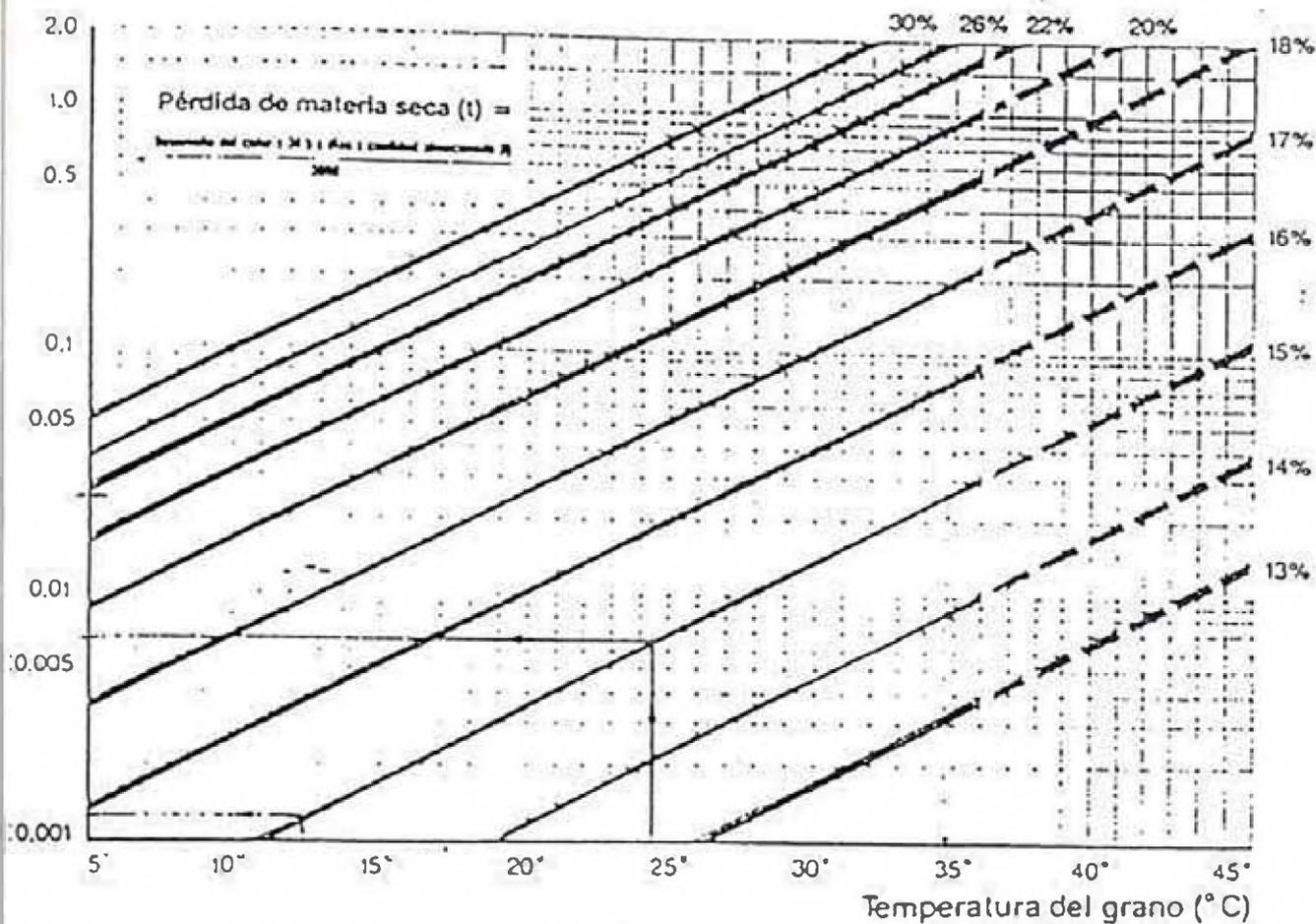
*Como se ha dicho el cereal, es materia viva: respira y genera calor. En el proceso químico que tiene lugar se consume oxígeno y desintegran los hidratos de carbono, degradando bióxido de carbono, agua y calor.*

*La temperatura puede utilizarse como elemento de diagnóstico de alteraciones ya que todo deterioro es acompañado por la liberación de calor y aumento de temperatura.*

*El grano es mal conductor del calor, por lo que tienden a formarse focos de mayor temperatura, esta desuniformidad provocará migración de la humedad la misma que puede causar mayores problemas.*

*Ocurren como consecuencia pérdidas de sustancia seca o sea pérdidas de peso. A continuación se muestran algunos cuadros que cuantifican las pérdidas mediante el desarrollo del calor en kilocalorías por hora y kilogramos de sustancia seca en función de la temperatura y humedad.*

*Según los estudios realizados por SULZER-ESCHER WYSS GMBH - H. Brunner, Lindau/ Rep. Fed. Alemana 1988, las pérdidas por desarrollo del calor en un producto con un contenido de humedad de 15% almacenado a una temperatura de 35 oC, durante solo un mes llegan al 0.54 %, De igual forma y durante el mismo período, si la temperatura de almacenamiento fue de 25 oC, a las mismas condiciones de humedad, la pérdida llegará a representar el 0.12 % del lote.*



## Desarrollo del calor durante el almacenamiento de cereales

812  
26  
053

PERDIDA DE MATERIA SECA (tm)

$$= \frac{\text{DESARROLLO DEL CALOR (Kcal/H)} \times 24 \text{ HORAS} \times \text{Nº DE DIAS} \times \text{CANTIDAD ALMACENADA (tm)}}{3,600}$$

Pérdidas de materia seca  
(según Jouin)

Cantidad almacenada 1000 t  
 Humedad del cereal 15%  
 Duración del almacenamiento 1 mes  
 Precio del cereal \$ 150/t

Producto sin enfriar	+ 25° C	Pérdida 0,12 %	1,2 t	\$ 180
Producto sin enfriar	+ 35° C	Pérdida 0,54 %	5,4 t	\$ 810
Producto enfriado	+ 10° C	Pérdida 0,02 %	0,2 t	\$ 30

El enfriamiento reduce las pérdidas por respiración en un 80 a 90 %



**GRANIFRIGOR®**  
 El enfriamiento reduce las pérdidas por respiración

804  
 26  
 051

### **C. CANTIDAD DE OXIGENO**

*El oxígeno es el factor más importante para la respiración de los granos por que sin él, no hay respiración en la mayoría de organismos.*

*La provisión de oxígeno afecta el desarrollo de las plagas, los ácaros, insectos y mayoría de hongos requieren de oxígeno libre; se han practicado distintos sistemas para utilizar la baja concentración de oxígeno para ayudar a la conservación, actualmente se ha difundido modificar la atmósfera intergranaria por el reemplazo de gases como el nitrógeno.*

### **D. PRESENCIA DE INSECTOS - ACAROS (Artrópodos)**

*Los artrópodos son comunes en los granos almacenados y requieren determinadas condiciones de temperatura y humedad para su propagación.*

*Primero trataremos el tema de insectos, los cuales tienen 4 fases de desarrollo :*

*El huevo, larva, pupa y adulto; En el estado de larva el insecto posee aparato bucal masticador y es muy dañino, la pupa es un estado inmóvil que da lugar al adulto, el cual tiene un cuerpo diferenciado en tres partes:*

- Cabeza: con piezas bucales, antenas y ojos*
- Tórax : con 3 pares de patas y 2 pares de alas*
- Abdómen: con órganos excretores, reproductivos y gran parte del sistema digestivo.*

*Los insectos respiran por tráqueas que se comunican al exterior por orificios llamados estigmas.*

*En el caso de los ácaros, estos presentan 04 pares de patas y están dotados de aparato bucal con aptitud para roer y picar, sus daños directos e indirectos a los granos son similares a los causados por los insectos, adicionalmente le confieren a la mercadería un desagradable olor a humedad con sus excretas y mudas.*

*Huevos, larvas o insectos, pueden pasar inadvertidos al almacenar granos y éstos, al tener condiciones ambientales correctas para su reproducción, se multiplicarán rápidamente y contribuirán a elevar la humedad del grano por medio de su respiración y desechos.*

*En los últimos años la importancia del control de plagas en los granos almacenados se ha intensificado debido por una parte, a la gran actividad nociva de los insectos sobre grandes cantidades de granos; por otra parte, a la demanda general por grano limpio y sano. Por esta razón es necesario que los productores, almacenistas y comerciantes de granos, usen métodos modernos de control de plagas.*

*De acuerdo a experimentaciones realizadas por el Ing. Carlos A. De Dios y publicadas en su libro "Mermas y Pérdidas en el acopio de granos" por este concepto se llegan a tener pérdidas de hasta del orden del 1.4%.*

Entre los principales tipos de plagas por artrópodos, podemos mencionar:

**COLEOPTERA (carcomas, gorgojos y taladrillo)**

<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)	Gorgojo de las judías
<i>Anthrenus museorum</i> (L.)	Gorgojo del museo
<i>Araecerus fasciculatus</i> (D.)	Gorgojo del grano de café
<i>Attagenus pelli</i> (L.)	Carcoma de las alfombras
<i>Callosobruchus chiriensis</i> (L.)	Gorgojo de la China
<i>Caryedon serratus</i> (Oliv.)	Gorgojo del cacahuete
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Steph.)	Carcoma achatada
<i>Dermestes lardarius</i> (L.)	Dermeste del tocino
<i>Gnathocerus cornutus</i> (F.)	Escarab. cornudo de cereal
<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Carcoma del tabaco
<i>Necrobia rufipes</i> (Deg.)	Escarabajo del tocino
<i>Niptus hololeucus</i> (Fald.)	Escarabajo de la ropa
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Carcoma dentada
<i>Ptinus fur</i> (L.)	Carcoma araña
<i>Ptinus tectus</i> (Boield.)	Cascarudo obscuro
<i>Rhizopertha dominica</i> (F.)	Gorgojo de los cereales
<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Gorgojo del trigo
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Gorgojo del arroz
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motsch.)	Gorgojo del maíz
<i>Stegobium paniceum</i> (L.)	Escarabajo del pan
<i>Tenebrio molitor</i> (L.)	Gusano de la harina
<i>Tenebroides mauritanicus</i> (L.)	Carcoma grande del granos
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst.)	Gorgojo castaño de harina
<i>Tribolium confusum</i> (J. du V.)	Gorgojo de la harina
<i>Trogoderma granarium</i> (Everts.)	Trogoderma del grano

### **LEPIDOPTERA (polillas)**

<i>Corcyra cephalonica</i> (Staint.)	<i>Palomilla del arroz</i>
<i>Ephestia (Cadra) cautella</i> (Wlk.)	<i>Palomilla de las almendras</i>
<i>Ephestia elutella</i> (Hubn.)	<i>Polilla del cacao</i>
<i>Ephestia kuehniella</i> (Zell.)	<i>Polilla de la harina</i>
<i>Nemapogon granellus</i> (L.)	<i>Falsa polilla</i>
<i>Plodia interpunctella</i> (Hubn.)	<i>Polilla de la fruta seca</i>
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.)	<i>Palomilla de los cereales</i>

### **ARACNIDOS (Acaros)**

<i>Acarus siro</i> L. o <i>Aleurobius farinae</i> (Acaro de la harina)
<i>Glyciphagus destructor</i> schrank
<i>Glyciphagus domesticus</i>
<i>Tyroglyphus grioti</i> Blanch

## **EFFECTOS DE LA ACCION DE LOS ARTROPODOS SOBRE EL GRANO**

### **(\*) PERDIDA DE PESO Y VALOR ALIMENTICIO**

Los insectos obtienen el agua y sus alimentos del grano. Este daño varía de pequeño a una destrucción completa, dependiendo de: la clase y cantidad de insectos presentes, humedad y temperatura del grano, clase del grano y tiempo que ha estado expuesto a la infestación.

### **(\*) CALENTAMIENTO**

El calentamiento causado por la actividad de los insectos producen atornamiento y pudrición del grano. No debe confundirse este calentamiento con el producido por el exceso de humedad, que generalmente es más alto.

(\*) **BAJA GERMINACION**

*El porcentaje de germinación de semillas se reduce debido a la destrucción del germen y del endosperma.*

(\*) **SUCIEDAD EN EL GRANO**

*La presencia de excrementos de insectos o partes de insectos en el grano indica que está sucio y por lo tanto inadecuado para el consumo humano.*

**E. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS (Hongos, Bacterias, Levaduras).**

*Se dividen en tres grupos principales, de los cuales el de mayor importancia son los hongos debido a que pueden desarrollarse a menores niveles de humedad y son causantes de mohos, en los granos; Los hongos forman cadenas de células(hifas), ramificadas denominadas MICELIO, su reproducción se realiza mediante la formación de esporas sexuales o asexuadas de gran resistencia a condiciones extremas del clima.*

*Uno de los productos de mayor daño en los granos son las micotoxinas, producidas por el metabolismo de los hongos, de las cuales existen más de 80 tipos; una de las más dañinas es la aflatoxina producida por el hongo *Aspergillus flavus*, la misma que es causante de cáncer, cirrosis hepática, etc.*

*Estas micotoxinas se caracterizan por ser termoestables, es decir que al ser sometidas al calor no se destruyen.*

Los diferentes géneros de hongos identificados por diferentes investigadores en diferentes partes del mundo, muestran las poblaciones de estos organismos son cosmopolitas y los principales son : *Pinicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*.

Para el desarrollo de los microorganismos en el grano, es necesario que tengan un contenido de humedad superior a 14% y una temperatura comprendida entre 26 y 30 °C. Si las condiciones del grano están por debajo de estos valores, las posibilidades de desarrollo de los hongos limitan, disminuyendo los riesgos de su dispersión. se

Dados los daños que son capaces de causar estas micotoxinas, a nivel comercial se establecen una serie de tolerancias máximas expresadas en "ppb": partes por billón:

Japón.....	10 ppb
Holanda.....	05 ppb
C.E.E.....	02 ppb

Podemos concluir por lo tanto en que la condición en que se encuentra el grano tiene una gran influencia en la actividad de hongos e insectos y en su tendencia a deteriorarse durante el almacenamiento.

Así mismo, la aflatoxina es posible de controlar preventivamente mediante la aspersion de ácido propiónico o en forma curativa mediante la aplicación de algún ácido orgánico, su areación y secado al ambiente.

*Estimar las pérdidas producidas por la presencia de hongos en el grano requiere el retiro, acumulación, y peso de las costras formadas, y generalmente se estiman dependiendo de su gravedad en el orden del 0.15 % del lote.*

**F. MALA CONDICION DE LA INFRAESTRUCTURA  
PRESENCIA DE ROEDORES Y AVES**

*Hay que reparar las paredes y techos de Silos que permitan filtraciones de agua, y entrada de aves o roedores. Y hay que eliminar los granos viejos y materia extraña antes de almacenar el grano nuevo.*

*Estas condiciones de la infraestructura favorecen la presencia de este tipo de plagas, las cuales más allá del importante consumo y destrucción que son capaces de realizar, se comportan como una perfecta máquina de contaminación, ya que producen una gran cantidad de pellets fecales y orina, además de diseminar millares de pelos, las mismas que son portadoras de grandes calamidades sanitarias.*

*Según estudios del Biólogo Blas F. Silva, se puede estimar las pérdidas de grano por estos conceptos considerando que un ave consume un promedio de 20 gramos diarios y por presencia de roedores estimando la población existente, con un promedio unitario de consumo de 45 gramos diarios.*

### **III.5. REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE CONTROL DE LOS PRODUCTOS**

*A continuación describiremos las medidas de seguridad que debemos adoptar para la conservación del producto almacenado en silos metálicos verticales, según hemos visto en forma general, los daños a que pueden estar expuestos los granos almacenados se refieren a:*

- Daño por fuego, calor, temperaturas, contacto eléctrico*
- \* Daño por agua, inundación o humedad*
- Daño por golpe, caída o trituramiento*
- Daño por hurto, robo o merma*
- \* Daño por insectos, roedores o microorganismos*

*A partir de estos analizaremos las medidas preventivas y de protección con que contamos para el control de pérdidas.*

*Es importante mencionar sin embargo, que nuestro mayor recurso para evitar las pérdidas será el control inicial y el seguimiento de las condiciones de almacenamiento y la actuación oportuna de alguna sobre sus variables de conservación, es decir temperatura y humedad del producto; para esto el sistema de almacenamiento en silos nos ofrece los mejores y prácticos recursos para su eficiente control.*

### III.5.1. MEDIDAS DE CONTROL

*En cada producto o grano a almacenarse en los silos verticales deberá tenerse en cuenta las condiciones del estado de ingreso al momento de la recepción y posterior almacenamiento en los silos, teniendo en cuenta los siguientes factores*

1. *Calidad del grano, para el cual se determinará en el laboratorio las muestras para su análisis físicos, el porcentaje de grano bueno, grano dañado, grano roto y/o partido, materia extraña y polvillo.*

*Asimismo la temperatura y humedad del grano, condiciones organolépticas de sabor y olor del grano.*

*Debe tenerse presente que para asegurar un almacenaje adecuado se requiere que el grano este seco y frío desde el momento que se inicia el almacenamiento. Según revisión bibliográfica (FAO) se tiene que : la humedad máxima que debe tener los cereales alimenticios y leguminosos de grano para que puedan almacenarse sin que sufra daños :*

<b>Grano</b>	<b>Humedad</b>
<i>Trigo</i>	<i>13.5%</i>
<i>Maíz amarillo</i>	<i>13.0%</i>
<i>Arroz cáscara</i>	<i>14.0%</i>
<i>Arroz sin cáscara</i>	<i>12.0%</i>
<i>Lenteja</i>	<i>14.0%</i>

*Esta información inicial de la humedad del grano, según algunos autores, permite conocer con bastante aproximación la cantidad de días permisibles, como "tiempo de almacenaje seguro (TAS)", para una masa de granos almacenada en un silo, sin mayores problemas y por periodo de tiempo determinado.*

*Para encontrar el T.A.S., se aplica la siguiente ecuación:*

$$TAS = 230 \times MH \times MT \times MD$$

*Donde TAS : es el tiempo de almacenaje seguro en horas*

*MH : es el coeficiente de corrección para humedad*

*MT : es el coeficiente de corrección para temperatura*

*MD : es el coeficiente de corrección para daño mecánico.*

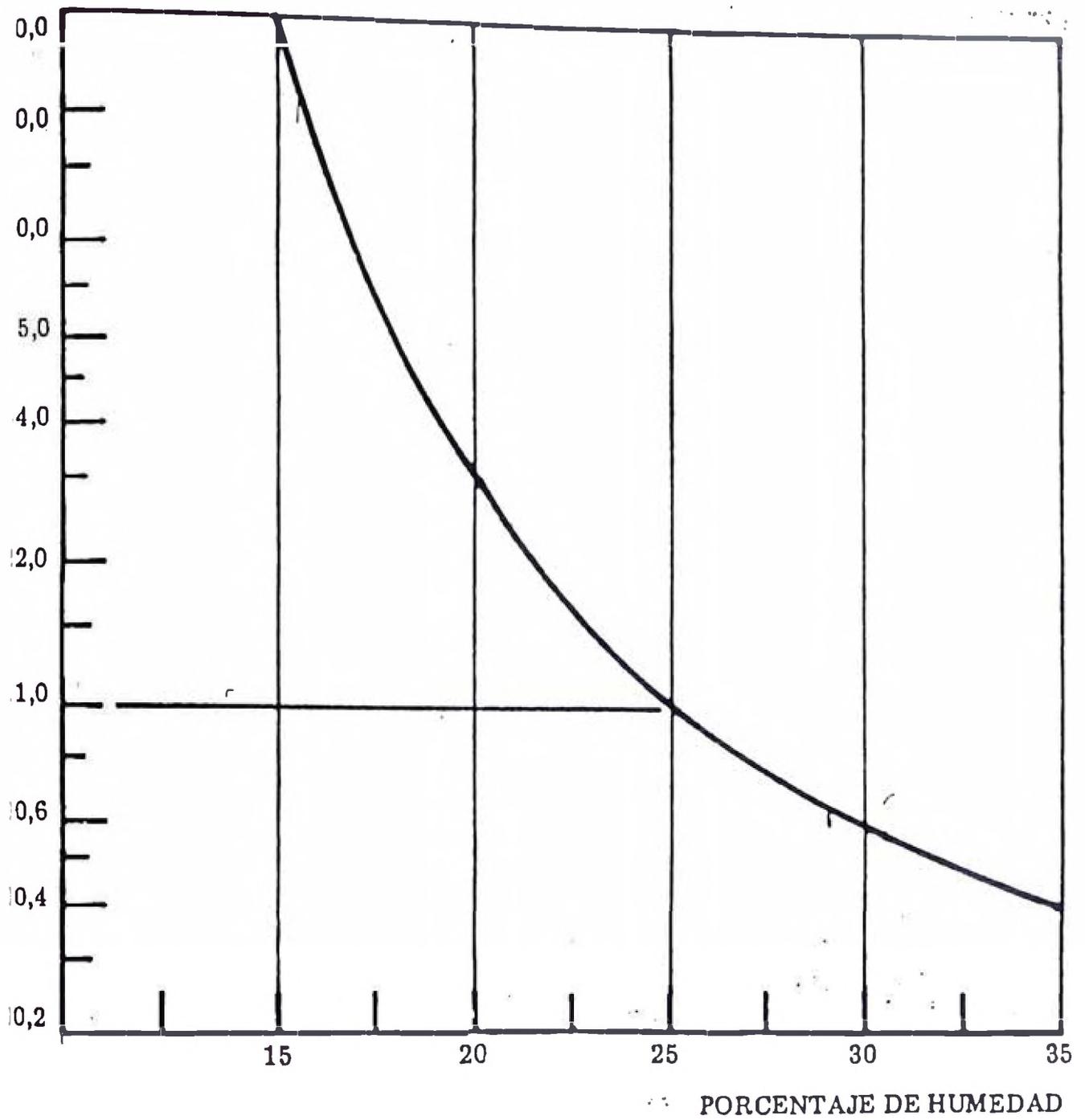
*Estos coeficientes se obtienen de los Gráficos Nos 10, 11 y 12. Como ejemplo práctico de este cálculo tenemos que para un grano con 25 % de humedad, a 15.5 oC y con 30 % de grano dañado su tiempo permisible será:*

$$TAS = 230 \times 1 \times 1 \times 1 = 230 \text{ horas} = 9.5 \text{ días}$$

*Si en lugar de 25 % de humedad, se tiene un 15% de humedad, será:*

$$TAS = 230 \times 30 \times 1 \times 1 = 6,900 \text{ horas} = 287 \text{ días}$$

- 2. Limpieza rigurosa al interior de los silos antes del llenado del grano, retirando todo vestigio de suciedad o granos remanentes que queden en las ranuras, pisos, paredes, techos, ductos de entrada y salida del grano, que podría convertirse en nidos de proliferación de plagas.*



Multiplicador del contenido de humedad (MH).

GRAFICO Nº 10

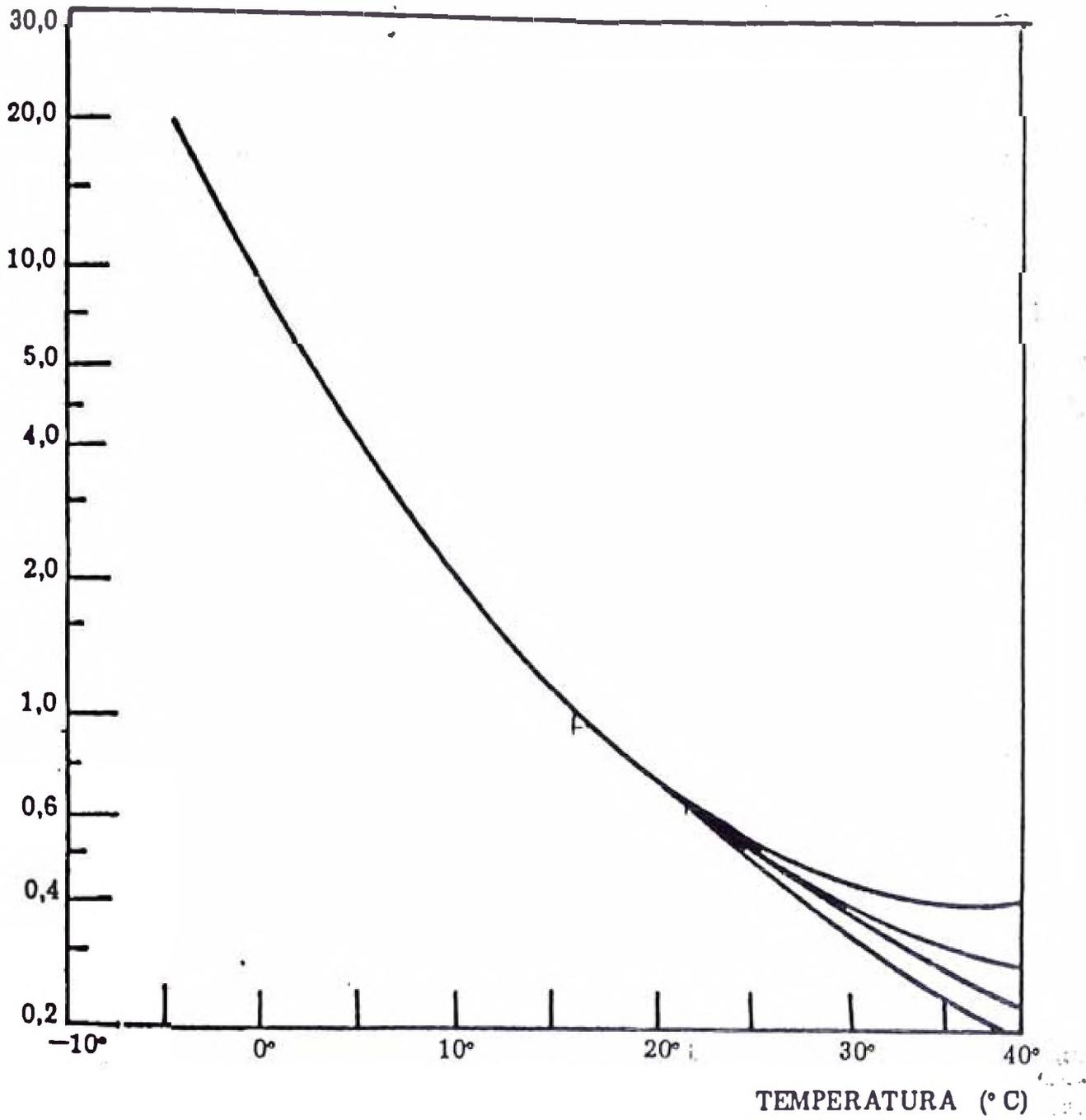
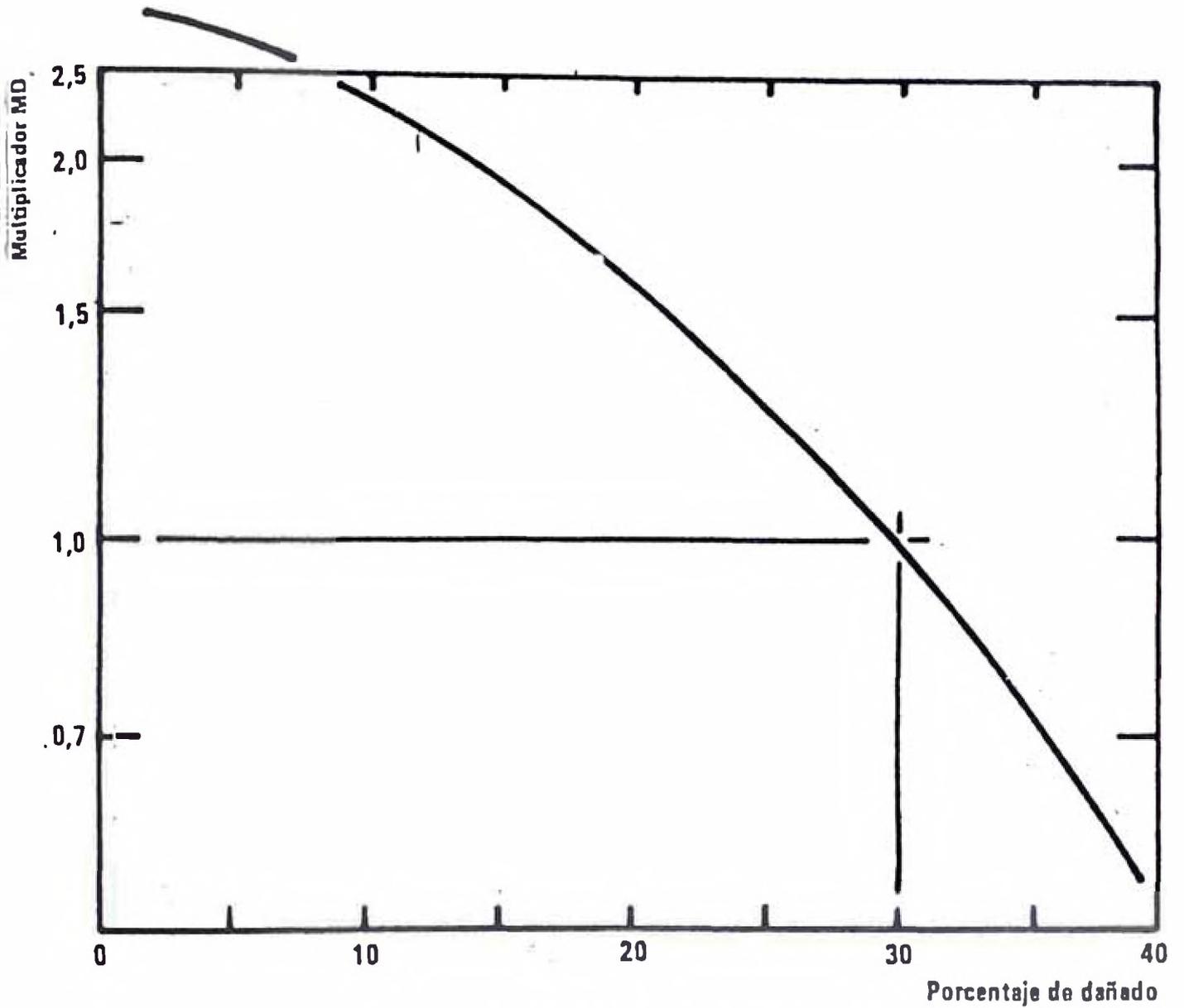


Figura 10. Multiplicador de temperatura (MT).



... Multiplicador de daño mecánico (MD).

3. *Aplicación de insecticidas de efecto residual en aspersión a paredes, pisos y techos, con el fin de matar los insectos refugiados o los que pueden venir en los nuevos ingresos. Se recomienda usar nebulizadores a motor (motonebulizadoras) o eléctricos, tipo Swinfog. Una vez que se llena de neblina el almacén, se espera 20 minutos para introducir los granos.*
  
4. *En el transcurso del periodo de almacenaje en los silos, el responsable de la administración, tendrá en cuenta el control de la evolución en la conservación de los granos, para el efecto deberá tomar decisiones técnicamente oportunas de aereación, para evitar el deterioro del grano, para lo cual deberá estar informa de los siguientes factores:*
  - *Variación de temperatura de los granos a través de los sensores termoelectrónicos, instalados en los silos. Esta medición diaria de la variación de temperatura, se realiza a distintos niveles de altura y mediante cabos detectores posicionados en la sección del silo.*
  
  - *Medición de la humedad Relativa del medio ambiente, mediante GRÁFICAS PSICROMÉTRICAS en forma directa. La humedad relativa (H.R.) se define como la relación entre la cantidad de humedad que contiene el aire y la cantidad de humedad que podría contener si estuviese saturado, a la misma temperatura. Es decir, que para una determinada temperatura, existe una cantidad de vapor de agua que la satura. A mayor temperatura mayor es esta humedad de saturación.*

*Para determinar la Humedad Relativa generalmente se emplea el psicrómetro, el cual consta de dos termómetros, uno llamado seco y otro con el bulbo permanentemente humedecido. Con la diferencia entre los termómetros y la temperatura del termómetro seco se entra a una tabla y es esta se lee la humedad relativa. Esta información de la humedad relativa, según veremos más adelante, nos permite efectuar trabajos preventivos de aereación en el grano almacenado.*

*Esta Tabla se muestra en el Gráfico No 9.*

*- Medición de la humedad del grano, mediante aparatos eléctricos.*

*Esta se ha determinado tradicionalmente a través del llamado método de "desección hasta peso constante", consiste en moler una muestra del grano, dividirla en varias porciones de aprox. 2 gr, exactamente iguales en peso, colocarlas en un horno de desecación a 100 oC, extraer periódicamente porciones y pesarlas hasta que el peso de las mismas sea*

*constante, La humedad es la diferencia entre el peso inicial y el peso final. Obviamente este método es lento poco confiable debido a influencia de variables como el grado de molienda, la ventilación del horno, etc.*

*Una variación de este método es un aparato compuesto por una balanza de precisión y lámpara infraroja, actualmente se recurre a los métodos eléctricos, los más empleados son el de constante dieléctrica y el de resistividad.*

TABLA PSICROMETRICA													
Bulbo seco °C	Diferencia de temperatura entre bulbo seco y bulbo húmedo												
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6 °C	
0	88	76	66	56	47	39	32	25	18	11	5	-	%
1	89	77	68	57	49	41	34	28	21	15	9	3	%
2	89	78	69	59	51	43	37	30	24	18	12	7	%
3	90	79	70	61	53	45	39	32	27	21	15	10	%
4	90	80	71	62	54	47	41	34	29	24	18	13	%
5	91	81	72	64	56	49	42	36	31	26	21	15	%
6	91	82	73	65	57	51	44	38	33	28	23	18	%
7	91	83	74	66	59	52	46	40	35	30	25	21	%
8	92	83	75	67	61	54	48	42	37	32	27	23	%
9	92	84	76	68	62	55	49	44	39	34	29	25	%
10	93	85	77	69	63	57	51	45	40	36	31	27	%
11	93	85	78	70	64	58	52	47	42	38	33	29	%
12	93	86	78	71	65	60	53	48	44	40	35	31	%
13	93	86	79	72	66	61	55	50	45	41	37	32	%
14	94	87	80	73	67	62	56	51	47	42	38	34	%
15	94	87	80	74	68	63	57	52	48	43	40	36	%
16	94	87	81	75	69	63	58	54	49	45	41	38	%
17	94	88	81	75	70	64	59	55	50	46	42	39	%
18	94	88	82	76	71	65	60	56	52	47	44	40	%
19	95	88	83	76	72	66	61	57	53	49	45	41	%
20	95	89	83	77	72	67	62	58	54	50	46	42	%
21	95	89	84	77	73	68	63	59	55	51	47	44	%
22	95	89	84	78	73	69	64	60	55	52	48	45	%
23	95	90	85	78	74	69	64	61	56	53	49	46	%
24	95	90	85	79	74	70	65	62	57	54	50	47	%
25	96	90	85	80	75	70	66	62	58	54	51	48	%
26	96	91	86	80	75	71	66	63	58	55	52	49	%
27	96	91	86	81	76	71	67	63	59	56	53	49	%
28	96	91	86	81	76	72	68	64	60	56	53	50	%
29	96	92	87	82	77	72	69	64	60	57	54	51	%
30	96	92	87	82	77	73	69	65	61	58	55	52	%
31	96	92	87	83	78	73	70	65	62	58	55	53	%
32	96	92	87	83	78	74	70	66	62	59	56	53	%
33	96	92	88	83	79	74	71	66	63	60	57	54	%
34	96	93	88	84	79	75	71	67	63	61	57	55	%
35	96	93	88	84	79	75	72	68	64	61	58	55	%
°C	HUMEDAD RELATIVA %												

Ejemplo: Temp. de bulbo seco : 23.0°C  
 Temp. de bulbo húmedo : 18.5°C  
 Diferencia de temperatura : 4.5°C  
 En la table la humedad relativa  
 obtenida es de : 56%

- 5.- *Inspecciones periódicas a fin de verificar el estado fitosanitario (Plagas y microorganismos) en las muestras del grano. Y recomendar el tratamiento de control adecuado.*

*Dentro de las inspecciones, cabe señalar que muchas veces la alteración súbita de la temperatura dentro del grano en diferentes puntos se debe principalmente al incremento de infestación de los insectos y a la proliferación de hongos; así mismo, cuando las condiciones de temperatura y humedad se incrementan, también se generan mejores condiciones para la propliferación de la infestación y el consecuente deterioro de los granos.*

*Adicionalmente al sistema de aereación, el control más adecuado preventivo o curativo se realizará mediante la protección de los productos empleando insecticidas, acaricidas o fumigantes.*

### **III.5.1.1 AEREACION DE LOS GRANOS EN ALMACENAMIENTO**

*La aereación de los granos almacenados es una de las principales medidas de control empleadas para su almacenamiento seguro.*

#### **DEFINICION**

*Este es un proceso mediante el cual se aplica movimiento de aire a través de granos almacenados a flujos por minuto y por unidad de volumen de grano.*

#### **PARTES DE UN SISTEMA DE AEREACION**

- a). Uno o varios abanicos con motor eléctrico para suministrar el aire.*
- b). Ductos para secar o inyectar el aire por debajo del volumen de granos.*
- c). Tubos para conectar los abanicos con los ductos.*

## CONCEPTO

*Es el proceso mediante el cual se aplica movimiento de aire a través de granos almacenados a flujos por minuto y por unidad de volumen de grano.*

*La aereación de los granos almacenados es uno de los aspectos más importantes en la conservación de los mismos. La aereación es también uno de los más mal usados y posiblemente menos entendidos aspectos en el almacenamiento de granos.*

*En años pasados, la práctica consistía en mover el grano de un silo a otro, algunas veces permitiendo el grano caer a través del aire para igualar la temperatura de la masa del mismo y mezclarlo antes de regresar a otro silo. Es mucho más práctico, económico y sin riesgo el mover AIRE A TRAVÉS DEL GRANO QUE MOVER GRANO A TRAVÉS DEL AIRE.*

*La aereación no se usa para secar grano. Esta se usa para igualar la temperatura dentro de su masa, enfriarlo y remover malos olores.*

*En cualquier silo o masa de granos, aún sellada o hermética existe movimiento o circulación de aire muy parecido a la de la atmósfera exterior. Si la temperatura dentro de la masa del grano es casi igual, el movimiento del aire es lento, pero si hay temperaturas diferentes, ocurre entonces que el movimiento del aire llega a ser rápido, el aire tibio se mueve hacia arriba llevando la humedad del grano, mientras que el aire fresco se mueve hacia abajo. Para distintas presiones estáticas, el tamaño, capacidad y eficiencia de los ventiladores de aereación y diseño de los ductos de aereación deben ser seleccionados para cada altura de la masa de granos, volumen, tipo de grano y las condiciones climáticas.*

*La selección incorrecta de un sistema de aereación, volúmenes inapropiados de aire y su uso deficiente, pueden causar pérdida del grano debido a la condensación de la humedad dentro de la masa de granos o en la parte superior de la masa del mismo.*

*Es difícil establecer reglas para determinar cuando se va a usar aereación, pero comprendiendo los principios y resultados del sistema, así como conociendo el punto de equilibrio de los granos, la persona responsable de la calidad del mismo será capaz de usar el procedimiento de aereación para evitar pérdidas.*

### **III.5.2. PROTECCION DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS**

*Desde que el hombre almacena provisiones, éstas son dañadas por parásitos. De acuerdo a una estimación de FAO aproximadamente el 10 hasta el 20 % de la cosecha mundial es destruída por insectos y roedores.*

*Esta pérdida es muy elevada si se piensa, cómo es difícil aumentar las cosechas en unos pocos por cientos; En presencia demás de 500 millones de humanos desnutridos en el mundo resulta que la protección de los productos almacenados representa una de las más importantes exigencias económicas en la actualidad.*

*En nuestro caso, adicionalmente a las medidas de prevención enumeradas para la conservación del grano mediante el seguimiento de las condiciones de almacenamiento, a continuación describiremos el empleo de substancias para su conservación mediante productos insecticidas o fumigantes en forma preventiva o de control de plagas que han proliferado.*

*Dentro de ellas analizaremos un marco teórico de los productos con que contamos, los conceptos de la aplicación de insecticidas y fumigantes, llegando a seleccionar los productos más empleadas en el medio, y sobre estas detallar las técnicas de aplicación, el riesgo de su manejo y su toxicología.*

### **III.5.2.1. DESCRIPCION DE LAS SUBSTANCIAS INSECTICIDAS Y FUMIGANTES A EMPLEAR.**

*Los plaguicidas actúan sobre los diversos parásitos por contacto, ingestión o inhalación, y se dividen según sus propiedades insecticidas. En nuestro caso agruparemos los plaguicidas según su radical activo, adicionalmente en el Anexo IV, hemos resumido una relación de los principales plaguicidas que existe en el medio :*

#### **1. Los insecticidas botánicos.**

*Entre ellos la nicotina, los rotenoides y los piretros, este último es uno de los más empleados y es obtenido de las cabezas florales del *Crysanthemum cinerariaefolium*, los cuales tienen una baja toxicidad para los humanos y es acción inmediata sobre los insectos voladores.*

*Existen una variedad de productos desarrollados en base a la síntesis de estos radicales botánicos de una muy eficiente actuación en el control de plagas, entre los cuales podemos mencionar : la biopermetrina, decametrina, el cartap y el nereistoxina.*

*En cuanto a su toxicidad, estos son muy pocos dañinos para los mamíferos de sangre caliente, es mal absorbida en el tubo digestivo y se elimina rápidamente; como acción central pueden producirse vómitos y trastornos respiratorios, la dosis letal para el hombre se estima entre 0.3 y 0.5 gr./kg., sin embargo no se conocen intoxicaciones con este tipo de insecticidas.*

## **2. Insecticidas organoclorados**

*Otro grupo de insecticidas de contacto lo conforman los hidrocarburos clorinados como el DDT, no recomendado en el uso sobre granos por su acumulación tóxica sobre los tejidos de los animales.*

*Entre las principales ventajas del DDT se mencionan su estabilidad, su persistente actividad insecticida, su bajo costo de fabricación, su baja toxicidad para los mamíferos (DL 50 ~300mg/Kg) y su amplio espectro de actuación; Sin embargo existen evidencias de cepas de insectos resistentes al DDT, así mismo dentro de este grupo se encuentran otros miembros conocidos como el aldrín y el dieldrín, excelentes insecticidas de suelo.*

*Una de las características realmente graves de los insecticidas organoclorados, es su capacidad de concentrarse a lo largo de cadenas alimenticias ocasionando la muerte de los organismos que están al final de la cadena, debido a que son sustancias muy estables que se degradan muy lentamente, generando su acumulación tóxica sobre los tejidos grasos.*

*En cuanto a su toxicidad , es importante mencionar que estos insecticidas actúan por contacto o ingestión y penetra a través de la cutícula del insecto y es conducido por la linfa y por los lípidos del sistema nervioso; es un producto de mediana toxicidad, con mortalidad en el hombre en concentraciones por vía oral de 10 a 30 gr, según el disolvente.*

*En el tratamiento de las intoxicaciones no existe un antídoto específico, por consiguiente son necesarios los tratamientos sintomáticos de acción rápida e implantación urgente. Al presentarse los síntomas nerviosos (temblor, intranquilidad) administrar sedantes hasta disminuir los síntomas por degradación o eliminación del tóxico; como efectos posteriores de la intoxicación se pueden presentar lesiones a nivel hepático y renal, las mismas que deben ser tratadas mediante el Complejo vitamínico B , aminoácidos infusiones de glucosa.*

### **3.- Insecticidas organofosforados**

*Otro de los grupos de insecticidas es el compuesto por el radical de fósforo orgánico, como el parathión, malathión, actellic, Dichlorvos, los cuales han sido recomendados para su empleo en forma de aspersion de contacto, dado que aunque son bastante tóxicos tienden a descomponerse y se aplican en dosis reguladas, son de rápida acción.*

*Estos compuestos fosforados inhiben la acción de varias enzimas, prioritariamente la enzima acetilcolinesterasa, generando una acción tóxica principalmente a nivel hepático de los mamíferos y en las uniones nerviosas de los insectos.*

#### **4.- Fumigación**

*El concepto de Fumigación nace con el objetivo de destruir alguna infestación mediante una concentración tóxica de gas por un período de tiempo suficiente para eliminar los insectos.*

*Como principales características para la selección de un fumigante debemos destacar su bajo costo de la dosis, su alta toxicidad para insectos y baja para humanos, el que pueda ser detectado rápidamente, que no reaccione con el producto, que se disperse fácilmente en el aire y no deje residuos, que no sea corrosivo, ni inflamable.*

*Existen productos de naturaleza líquida que se volatilizan, como el tetracloruro de carbono o el disulfuro de carbono, de naturaleza gaseosa como el Bromuro de etileno o el cianuro de hidrogeno, o sólidos que se evaporan al exponerse al aire como el cianuro de calcio, o el fosfuro de aluminio.*

*Sobre este último debemos mencionar que es el más usado comercialmente, dadas sus propiedades de penetración, su acción tóxica y su distribución en forma de tabletas o pellets.*

*El gas de Fosfuro de Aluminio, es la materia activa que mata a los insectos. Por efecto de la humedad ambiente desde la fase química previa de fosfuro de aluminio (o bien magnesio) se produce el gas de fosfuro de aluminio de fuerte efecto, llamado también fosfina.*

*El fosfuro de aluminio es un gas sincolor teniendo un olor como carburo o ajo. Una elevada presión del vapor, el peso específico más o menos como el aire y el bajo peso molecular favorecen una distribución uniforme del gas que logra penetrar sea a través de los granos. Gracias a estas características el gas escapa rápidamente ventilando el ambiente. Asimismo no reacciona con los materiales de los productos fumigados.*

### **III.5.2.2. FUMIGACION DE SILOS EN PLANTAS**

*En numerosos países los cereales y alimentos para animales se almacenan en silos. Este almacenamiento, además de la protección contra influencias atmosféricas, ofrece también la ventaja de poder mover las mercaderías sin problemas. De esta manera las mercaderías almacenadas pueden ser introducidas y sacadas de manera simple y rápida. Las instalaciones de silos están por lo tanto, aptas sobre todo para lugares con transbordo frecuente de las mercaderías, como por ejemplo en los puertos. En estos lugares comerciales subsiste aún el gran peligro de la invasión de parásitos.*

*Puesto que los silos en buenas condiciones de manutención están muy aptos para la fumigación por medio de fosfuro de aluminio, aconsejamos fumigar las mercaderías afectadas con tabletas o pastillas.*

*El principio de una fumigación de silos consiste en la inserción uniforme de tabletas o pastillas a la corriente de mercadería durante la carga del silo.*

*Una premisa indispensable es la hermeticidad suficiente del depósito para alcanzar una buena y eficaz fumigación con fosforo de aluminio. Por consiguiente, hay que hacer todo lo posible para obtener la hermeticidad del depósito. Ya un pequeño lugar de pérdida no comprobado puede hacer peligrar el éxito de la fumigación.*

### **III.5.2.3. DOSIFICACION Y TIEMPO DE EXPOSICION**

*La dosificación que se requiere para un determinado éxito de fumigación, depende sobre todo del tipo de almacenaje. Los silos relativamente herméticos necesitan por ejemplo una dosificación menor que la requerida en las localidades que no lo son.*

*En la elección de la dosificación hay que tomar en cuenta también los parásitos y su estadio de desarrollo.*

*Para matar por ejemplo las polillas es suficiente una concentración de gas menor que aquella para los escarabajos de granos o arroz. Dentro de una especie, los estadios de desarrollo muestran también sensibilidad diferente frente al fosforo de aluminio que los correspondientes adultas o larvas.*

*Además de la dosificación, el tiempo de exposición tiene una importancia fundamental sobre el éxito de una fumigación por medio de fosforo de aluminio.*

*El tiempo de exposición necesario depende de la temperatura y de la humedad. Como todas las reacciones químicas, también la fumigación con fosforo es una función de la temperatura. Se realiza más rápidamente a una temperatura elevada.*

*A temperaturas demasiado bajas resulta dudoso el éxito de una fumigación con fosforo de aluminio, puesto que es menor la velocidad de gasificación y los insectos a temperaturas bajas disminuyen su frecuencia de respiración, disminuyendo la absorción de fosforo de aluminio.*

*Además de la temperatura, también la humedad de las mercaderías y la del aire influyen sobre el resultado de una fumigación.*

*En presencia de mercaderías muy secas y en territorios áridos, la humedad demasiado baja puede influir mucho sobre el fenómeno de gasificación de los productos de fosforo de aluminio.*

*Según se ha dicho, las dosis dependen sobre todo de los siguientes factores :*

*Tipo de los almacenes*

- \* Plaga a controlar*
- \* Temperatura*

## **1. FORMA DE ALMACENAJE**

*La hermeticidad del edificio o local en que se ha de practicar la fumigación, así como el tipo de lona con que debe cubrirse la mercadería, representan un factor decisivo para determinar la dosis.*

*Cuando los productos deben ser tratados a granel, en almacenes o en celdas de silo, la dosis se calcula por tonelada. Cuando se trate de mercancías envasadas, bajo lonas o en locales cerrados, la dosis se calcula por volumen ocupado.*

### **a). EN SILOS**

*En celdas verticales de gran capacidad y con buena hermeticidad por ejemplo : celdas de hormigón de buena construcción, la dosis recomendada es de 2-4 tabletas por Tm. de grano almacenado.*

*Tratándose de silos metálicos con una hermeticidad razonable, por lo general menos herméticos que los arriba mencionados, la dosis puede oscilar entre 4 y 6 tabletas por Tm.*

*Para tratamientos de mercancías sin plaga aparente o apreciable que deban permanecer almacenadas durante un tiempo prolongado será suficiente una dosis de 3-5 píldoras por Tm., las cuales se incorporarán al grano durante su recepción.*

- b). **PRODUCTOS SIMILARES A GRANEL EN ALMACENES**  
*Cubiertos con lona de plástico :*  
*De 3-5 tabletas por Tm.*  
*Sin cubrir con lonas de plástico*  
*De 3-5 tabletas por Tm., esta dosis se aumentará en 1/2-1*  
*tableta por m<sup>3</sup> de espacio libre.*
- c). **MERCANCIAS ENVASADAS (granos ensacados, productos alimenticios,) APILADAS BAJO LONAS DE PLASTICO O EN LOCALES**  
*De 1 a 2 tabletas por m<sup>3</sup> de espacio total, la dosis máxima para el tratamiento del tabaco no deberá exceder de 1 tableta por m<sup>3</sup>.*
- d). **FUMIGACION DE LOCALES**  
*De 1/2 a 1 tableta por m<sup>3</sup>.*

## **2. PLAGAS A COMBATIR**

### **a). INSECTOS**

*En el caso de insectos muy resistentes tales como *Trogoderma spp.* o *Sitophilus spp.*, se recomienda las dosis máximas indicadas según los diferentes tipos de almacenamiento.*

*Para combatir insectos menos resistentes, tales como *Tribolium* o cualquier tipo de palomilla, las dosis indicadas más reducidas suelen ser suficientes.*

**b). ACAROS**

*Los ácaros son extremadamente resistentes. Para controlarlos se recomienda aumentar la dosis máxima indicada para cada modalidad de almacenamiento de un 20%.*

**c). ROEDORES Y OTROS PARASITOS**

*Las dosis en todos los casos dependen de las dimensiones de las madrigueras. Para la eliminación de animales grandes como vizcachas, musgaflos o hamster, se recomienda 1-2 tabletas por agujeros. Para roedores más pequeños y otros parásitos tales como culebras bastará con 1 píldora - 1 tableta por agujero, según su tamaño.*

**3. TEMPERATURA**

*Todos los gases son tanto más eficaces cuando mayor sea la temperatura. Esto igualmente válido para el fosfuro de hidrógeno. Para temperaturas superiores a 25 oC en el interior de la mercadería, la dosis puede reducirse hasta la mínima indicada para cada caso.*

**TIEMPO DE EXPOSICION**

*El tiempo de exposición depende sobre todo de los siguientes factores :*

- \* Temperatura en el interior de la mercadería*

<b>NORMAS APROXIMADAS</b>	<b>TABLETAS</b>	<b>PILDORAS</b>
<i>de 10-15 oC</i>	<i>5 días</i>	<i>4 días</i>
<i>de 16-20 oC</i>	<i>4 días</i>	<i>3 días</i>
<i>superior a 20 oC</i>	<i>3 días minimo</i>	<i>2 días minimo</i>

*El factor más importante en todos los casos es la temperatura mínima en el interior de la mercadería. Asimismo, como ya se indicó anteriormente, jamás se deberá reducir el tiempo mínimo de exposición indicado para cada caso. Un tiempo de exposición superior al recomendado nunca podrá ser desfavorable, más bien resulta ventajoso, para el tratamiento.*

*Un grano u otra mercadería muy seca requiere un tiempo de exposición más prolongado. Mercaderías muy prensadas o densas tales como el tabaco en cajas o barriles, deberán estar sometidas al gas durante 5 días por lo menos. Para controlar el *Sitophilus* puede ser necesario, bajo condiciones desfavorables (bajas temperaturas) y debido a razones biológicas (gran resistencia del estado de ninfas), prolongar el tiempo de exposición recomendado durante algunos días más. Si éste puede prolongarse, no será necesario aplicar la dosis máxima indicada anteriormente. Los granos atacados por ácaros deberán permanecer expuestos al gas durante un mínimo de 10 días.*

#### **III.5.2.4. SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE PLAGUICIDAS**

*Los fumigantes se emplean para mercaderías almacenadas en condiciones muy diferentes.*

*Uno de los principales riesgos en el manejo de pesticidas es el riesgo de intoxicación, sin embargo en el caso del fosforo de aluminio existe un grave riesgo de incendio adicional, a causa de la baja temperatura de inflamación de fosforo de aluminio como también debido a su bajo límite de inflamación, los fosfuros de aluminio no pueden emplearse sin peligro, sin determinados materiales suplementarios, o aditivos, pues podrían producirse fosforo de aluminio sin control, dando origen a una inflamación.*

##### **NORMAS GENERALES:**

- *Los fumigantes pueden ser empleados exclusivamente como está indicado sobre la etiqueta y tienen que conservarse sólomente en recipientes originales sin haber sido abiertos.*
- *Está permitido cerrar los embalajes originales sólomente cuando sobre la etiqueta esto esté registrado.*

- *El almacenaje debe efectuarse en ambientes frescos, secos, bien ventilados que no puedan ser inundados y a mucha distancia de habitaciones humanas y de corrales.*
- *Las latas y botellas de aluminio cerradas originalmente deberán abrirse recién inmediatamente antes de la fumigación.*
- *Abrir las latas y botellas de aluminio en un lugar seco y bien ventilado.*
- *Proteger los fumigantes contra el agua y otros líquidos.*
- *Evitar el amontonamiento de fumigantes no totalmente gasificados por el peligro de la autoinflamación.*
- *Absolutamente hay que evitar la ingestión de los preparados venenosos, puestos que en el estómago e intestino se produce fosfuro de aluminio.*
- *Evitar sin falta la inhalación de grandes cantidades de gas fosfuro de aluminio.*
- *Mantener a humanos y animales alejados del lugar de fumigación.*
- *No comer, beber o fumar durante los trabajos de la aplicación.*
- *Siempre tiene que estar a disposición por operario una máscara antigás con el correspondiente filtro.*
- *Hay que colocar afiches de precaución en todas las entradas peligrosas.*
- *Lavar bien las manos despues del trabajo.*
- *Señalizar y prohibir el entrar en los ambientes en tratamiento.*
- *Ventilar bien los ambientes y edificios colindantes.*
- *No en absoluto está permitido fumigar en edificios habitados.*
- *Despues de una fumigación el local debe ser ventilado suficientemente antes de poder entrar.*
- *Destruir los recipientes vacíos y no utilizarlos para otros fines.*

- *Fumigantes gasificados parcialmente no pueden ser alejados o transportados, puesto que subsiste el peligro de autoinflamación.*
- *Cobre, plata, oro, otros metales nobles y sus aleaciones deben protegerse contra el fosforo de aluminio puesto que estos metales y aleaciones quedarían corroidos.*
- *Sólo excepcionalmente se pueden fumigar plantas vivas, hortalizas frescas y frutas.*

#### **III.5.2.4.1. TOXICOLOGIA DEL FOSFURO DE ALUMINIO**

##### **1. TOXICOLOGIA, SINTOMAS**

*El fosforo de aluminio es un veneno que tiene efectos tóxicos sobre el metabolismo de los insectos y los animales domésticos. La adopción por el cuerpo se realiza a través de los órganos de respiración, respirando fosforo de aluminio gaseosa o bien por ingestión de fosforo. No se efectúa una absorción a través de la piel.*

*En conformidad con las investigaciones ejecutadas por DFG (Comunidad de Investigaciones Alemana) concentración de fosforo de aluminio hasta 2,5 vpm pueden ser desenvenenadas continuamente por el organismo.*

*En estudios de inhalaciones han muerto gatos en presencia de una concentración de fosforo de aluminio de 5 vpm después de 35-46 horas, de 25 vpm después de 5 horas y de 120 vpm tras 2 horas.*

*Los valores MAK (concentración máxima en el lugar de trabajo) establecidos por ley permiten concentraciones de gases y polvos tóxicos en el aire que no deben estar superados durante 8 horas por día y durante 40 horas por semana.*

*El valor MAK para el fosforo de aluminio no es uniforme en el mundo. Por ejemplo es igual a 0,1 vpm en la República Federal de Alemania y en cambio igual 0,3 vpm en USA.*

*Tiene mucha importancia la observación del valor MAK solamente para las personas que estén continuamente en contacto con el fosforo de aluminio, por ejemplo en la fabricación de productos fosfóricos. En las fumigaciones el valor MAK puede quedar superado durante un tiempo breve.*

*En numerosas investigaciones se ha comprobado que no es posible un envenenamiento de fosforo de aluminio crónico.*

**Síntomas:**

*Los primeros indicios de un envenenamiento por fosforo de aluminio están dados por náuseas, cansancio, dolores de cabeza y vómitos que, empero, desaparecen rápidamente al retirarse la persona al aire libre. Concentraciones más elevadas producen entre otras cosas mareo, diarrea, perturbaciones de equilibrio y fuertes dolores de pecho.*

## **2. PRIMEROS AUXILIOS**

*Presentándose indicios de un envenenamiento ocasionado por fosfuro de aluminio, tiene que ser llamado de inmediato un médico. Cada intoxicación por efecto de fosfuro o fosfuro de aluminio debe ser tratada en una clínica. Hemos adoptado las indicaciones siguientes del libro PFLANZENSCHUTZ - UND SCHADLINGSBEKA MPFU NGS MIT TEL, TOXICOLOGIE UND THERAPIE VON VERGI FTUNGEN.*

*El médico responsable para el tratamiento tiene que decidir a su propia responsabilidad y según el caso específico sobre las medidas a tomar propuestas en este libro.*

### **Primeros auxilios:**

#### **Después de una inhalación:**

*aire fresco, inmovilización, calor, broncolíticos (por ejemplo Aludrin) remedio contra la tos (por ejemplo Codein).*

#### **Después de una ingestión:**

*vaciado del estómago por medio de vómitos, lavado del estómago con una solución de un por mil de solución de permanganato potásico o bien solución de peroxidato de magnesio hasta que el líquido no tenga más el olor de carburo, a continuación suministro de carbón medicinal.*

***Tratamiento en la clínica:***

***En caso que se produzca un edema pulmonar tóxico: elevadas dosis de glucocorticoides (por ejemplo 500-1000 mg de Prednisolona en el primer día). En caso de un evidente edema pulmonar: sangría controlando la presión arterial. Glucósidos intravenosos (en presencia de hemoconcentración la sangría podría producir un choque).***

***Continuando el edema: inmediata intubación con aspiración de secreción y respiración con sobrepresión de oxígeno, como también todas las medidas para la lucha contra el choque. Controlar los electrolitos, lucha contra la falta de oxígeno (inhibidor enzimático) mediante transfusión sustitución de la sangre. En caso de una falla de los riñones: hemodiálisis extracorporea. No se conoce un antídoto específico.***

#### **IV. RENTABILIDAD DEL ALMACENAJE DE GRANOS EN SILOS VERTICALES**

*A fin de estimar el costo del sistema de almacenaje en silos verticales, definiremos a continuación los costos fijos y variables, considerando la infraestructura, obras civiles, instalaciones, equipos, montaje mecánico, eléctrico y del mantenimiento, depreciación, consumo eléctrico de los equipos e instalaciones y requerimientos de personal para su operación.*

*Asimismo, diferenciaremos los costos de operación en el sistema de silos comparándolo con el costo de al almacenaje en losa, haciendo un detalle adicional de los costos que la aplicación de los sistemas de seguridad demandarían, es decir de los equipos, sistemas, controles de calidad, personal y tratamiento sanitario de las instalaciones previo al ingreso de algún producto, durante la operación de los equipos para transilaje, recepción, descarga y almacenaje, a fin de observar el beneficio general que su implementación representaría.*

*Es importante mencionar adicionalmente, que el mayor rendimiento de la unidad de área, el mantenimiento de la calidad del producto y la ausencia de accidentes o fallas en el proceso son argumentos sólidos de decisión sobre la rentabilidad del sistema de silos motivo del presente informe..*

## **1. COSTOS OPERATIVOS**

*Los ítems mencionados a continuación, como costo del terreno, obras civiles, costo de equipos y su montaje eléctrico y mecánico incluyen el pago de intereses por su financiamiento a 10 años.*

*En base a este período y con la planta trabajando, se estimará el costo mensual del servicio a fin de fijar el punto crítico de la tarifa de almacenaje y compararla con la del mercado actual por el almacenaje en losa.*

### **a) COSTO DEL TERRENO**

*Area 5,000 m2 en zona del Callao adquirido con financiamiento a 10 años. Perimetralmente protegido mediante enmallado, con puertas de acceso independiente para el tránsito vehicular y peatonal.*

### **b) OBRAS CIVILES**

*En este punto nos referimos a las obras civiles realizadas para la instalación de los silos verticales, y se refiere a 06 bases de concreto armado, el tunel subterráneo las columnas de estructura soporte para los silos de despacho, la oficina de control.*

*Asi mismo el costo incurrido por acabado del terreno en afirmado y carpeta de asfalto en caliente de 2" de espesor.*

**c) COSTO DE EQUIPOS Y MONTAJE MECANICO / ELECTRICO**

*Este costo considera la adquisición de los silos metálicos, las cintas transportadoras, los esparcidos de granos, los sistemas de control de nivel, los respiradores metálicos, los elevadores de cangilones, la pasarela metálica superior, los silos de despacho, los motores eléctricos y motorreductores, el sistema de termometría, el panel eléctrico de control y el sistema de iluminación mediante focos de vapor de sodio de 400 w.*

*Así mismo se incluyen los costos por el montaje de los equipos mecánicamente y eléctricamente, el requerimiento de mano de obra, supervisión y los costos incurridos por requerimiento de trabajo en altura y otros de alquiler de máquinas o herramientas propios del montaje.*

**d) COSTO DE LA DEPRECIACION DE LOS EQUIPOS**

*Calculada en base a su renovación en 10 años.*

**e) COSTO DEL MANTENIMIENTO**

*En forma mensual se ha estimado el costo de acuerdo a los manuales de mantenimiento preventivo y correctivo recomendado.*

**f) DEL PERSONAL DE OPERACION**

*El costo mencionado considera la contratación y trabajo en forma continua de 01 Ingeniero y 02 operarios de apoyo.*

**g) ENERGIA DEL SISTEMA / RECEPCION / DESPACHO**

*Se considera el empleo en simultáneo de los motores de 50HP y 40 HP de los elevadores, de 12.5HP de las cintas transportadoras y uno de 2HP del esparcido, durante un período de 10 horas, los necesarios para llenar o descargar un silo de 3,000 TM, esta se multiplica por los 06 silos a operarse en el mes.*

*En esta etapa se calculará el consumo de energía para todo el proceso e iluminación general, para esto detallamos:*

*Potencia total requerida 350 HP, es decir 261 Kw, con un factor de simultaneidad de 0.6 da una Máxima Demanda de 156 Kw, así mismo se establece un consumo promedio horario de 40 Kw (Potencia contratada=160 Kw) los mismos que mensualmente representan 28,800 Kw-h/mes, de lo que tenemos:*

*Por Máxima Demanda (M.D.) contratada: S/.47.03 x 160 Kw = S/.7,520*

*Por energía activa (E.A.): 28,800 Kw/h x S/. 0.1054 = S/.3,035*

*Por energía reactiva (E.R.): con factor de potencia de 0.8, sobre 28,800, representa 21,600 KVAR-hr a una tarifa de S/. 0.0283 = S/.366.77 (consumo facturado mayor 30% E.A.)*

*El consumo total de energía a cancelar mensualmente es de S/.10,922.*

#### ***h) DESPACHO***

*Los costos de personal de operación están incluidos anteriormente, así como los de depreciación del sistema y la energía empleada para el despacho.*

#### ***i) COSTO DE LA LIMPIEZA / FUMIGACION***

*Se ha estimado el empleo de 03 operarios dedicados a tiempo completo a la eliminación de polvos, limpieza de estructuras y protección de equipos mediante el tratamiento de superficies para la eliminación de focos de infestación u hongueamiento.*

### **J) SUPERVISION DE LA CALIDAD**

*Se considera la contratación de una entidad supervisora de la calidad del grano previo al ingreso a algún silo. Durante la etapa de almacenaje se tiene un costo del sistema por los controles de termometría requeridos y la evaluación de la calidad del producto mediante una observación semanal y análisis de las condiciones de humedad de ingreso, temperatura diaria, y humedad relativa del ambiente.*

### **K) DEL PERSONAL Y EQUIPOS DE SEGURIDAD**

*Se considera la contratación de un Supervisor encargado del seguimiento de las normas de seguridad y del análisis de las condiciones operativas de trabajo y/o de todas las ocurrencias no programadas que puedan ocasionar pérdidas debido a la generación de algún daño en Planta. Así mismo, de la adquisición y provisión de los equipos de protección contra incendios.*

### **L) DEL SISTEMA DE AERACION**

*En este concepto se considera una inversión adicional, que permite realizar el tratamiento del grano dentro del silo, eliminando la posibilidad de pérdidas por temperatura, y humedad; este concepto como costo, es mínimo en comparación con la rentabilidad que representa ya que en comparación con el almacenaje en losa, la aereación se realiza mediante la remoción del grano, empleando una pala la cual manipula el grano, con pérdidas adicionales por rotura del grano, eliminación de polvo e incremento de su vulnerabilidad debido al daño de su capa protectora.*

*El costo de la pala, es significativamente mayor que el del sistema de aereación.*

#### IV.1 COSTO DEL SERVICIO DE ALMACENAJE

CONCEPTO	TOTAL	MENSUAL
(INCLUYE EL COSTO DE FINANCIAMIENTO A 10 AÑOS)		
a). COSTO DEL TERRENO.	US\$. 180.000	1,500
b). OBRAS CIVILES	US\$. 120.000	1,000
c). COSTO DE EQUIPOS Y MONTAJE ELECTRICO/MECANICO		
6 Silos metálicos acero galvanizado	US\$. 217,918	1,816
accesorios y motores esparcidores		
2 Silos metálicos		
expedición - accesorios	US\$. 10,857	90
2 Cintas transportadora		
24" x 200 t/h x 91,50 mts		
motor 12,5 cv y accs.	US\$. 65,687	547
1 Elevador Metálico de		
200 t/h x 41,67m		
motor de 50 cv	US\$. 39,179	326
1 Elevador Metálico de		
200 t/h x 29,67 mts		
x 40 cv	US\$. 23,252	194
1 Pasarela Metálica cerrada		
99,60 m completa con accesorios	US\$. 33,063	278
1 Pasarelas Metálica		
completas con sus accesorios		
y pilares de sosten de 8,20 mts	US\$. 2,797	23
1 Transportador		
200 t/h x 11,00 m- motor 7,5 cv	US\$. 15,070	126
1 Montaje Mecánico para		
Planta de Silos	US\$. 54,400	453
1 Montaje Eléctrico para		
Planta de Silos	US\$. 13,125	109
d). COSTO DEPRECIACION EQUIPOS	US\$. 250,000	2,083
e). COSTO MANTENIMIENTO	--	200
f). PERSONAL DE OPERACION	--	2,500
g). ENERGIA DEL SISTEMA/RECEP/DESP	--	4,550
h). DESPACHO	Incluidos anteriormente	
i). COSTO LIMPIEZA/FUMIGACION	--	350
j). SUPERVISION DE CALIDAD	--	200
1 Sistema de Termometria		
centralizada para 6 silos		
y accesorios.	US\$. 30,246	252
k). PERSONAL Y EQUIPOS DE SEGURIDAD		
1 Red de agua contra incendios		
grifos, almacenaje, bombeo y		
Equipos portátiles varios	US\$. 18,000	150
1 Supervisor calificado e instructor		1,500
<b>COSTO TOTAL MENSUAL</b>		<b>US\$. 18,245</b>
<b>UTILIDAD MENSUAL 15 %</b>		<b>2,737</b>
<b>COSTO A RECUPERAR / MES TOTAL</b>		<b>=US\$. 20,982</b>

## **IV.2. CONSIDERACIONES PARA ESTIMAR EL COSTO DEL SERVICIO DE ALMACENAJE**

*A continuación enunciaremos los parámetros de tarifas, modalidades de servicios y costo actuales de mercado, los mismos que nos permitirán realizar una comparación real de las dos alternativas mencionadas.*

### **a). Tarifa**

*La tarifa de almacenaje se establecerá en base a la Tonelada métrica almacenada de producto. Esta tarifa será mensual en base al criterio día/mes, es decir que el pago que se realizará por el almacenaje considera su almacenamiento a partir del día siguiente al ingresado y es un pago único durante todo el mes, aún cuando se retire antes de cumplirse el período mínimo mencionado, mensualmente este costo variará dependiendo de la cantidad que se mantenga almacenada.*

### **b). Estimado de la capacidad mensual de almacenaje**

*La capacidad de almacenaje nominal es de 18,000 TM, se estima que estos silos estarán llenos mensualmente a un 75% de su capacidad, es decir que se brindará el servicio para 13,500 TM de productos.*

*De otro lado, es importante mencionar que una vez realizado un retiro, en el siguiente período el usuario sólo pagará por la cantidad restante, por lo que se estima un promedio del 75% de utilidad real de almacenaje mensual, esto es que en un mes se facturará en promedio por un almacenaje de 10,125 TM.*

**c). Costo mensual de la Inversión**

Según se muestra en el Cuadro " V.1 Costo del Servicio de almacenaje" el costo total mensual a recuperar de la inversión realizada (algunos ítems incluyen el costo de su financiamiento a 10 años) es de: US \$. 20,982. Si estimamos razonablemente facturar por un promedio de 10,125 TM mensuales (según lo dicho en el pto.b) obtenemos una tarifa mínima de:  $20,982/10,125 = US\$. 2.07/TM - mes$

**d). Estimado de daño al producto - merma**

Según se ha podido apreciar en el desarrollo del presente informe, la magnitud principal del porcentaje de pérdida que puede afectar a algún lote almacenado, será la detección oportuna de alguna variación de sus condiciones de Humedad y Temperatura. Esta será mayor cuanto mayor sea su período de almacenamiento. Asimismo, el poder actuar sobre estos factores (aeración, fumigación) en forma adecuada limitando sus consecuencias de daño.

De la experiencia podemos afirmar que un grano que ingresa a ser almacenado en condiciones iniciales de 12% de humedad y 16 oC de temperatura, luego de 6 meses, presentará una pérdida de 2 a 3% almacenado a la intemperie, hecho que no se presentará si su almacenaje fuera en silos debido a que se mantuvieron sus condiciones iniciales de ingreso. Es decir, que el almacenaje a la intemperie obligará a un mayor daño, que el ocurrido en un silo cerrado, esto lógicamente debido a los factores climatológicos.

Estos costos de la calidad del producto final, luego del período del almacenamiento, son difíciles de calcular debido a las distintas condiciones que pueden establecerse para considerar al grano como adecuado, sin embargo generalmente son "castigados" mediante una reducción de un porcentaje en su precio final de comercialización.

### **IV.3. ESTIMADO DE BENEFICIO ECONOMICO PARA EL USUARIO**

*A fin de graficar numéricamente el beneficio obtenido en primera instancia se analizará la rentabilidad económica del costo operativo para el usuario del almacén, en las dos alternativas - almacenaje en losa vrs. almacenaje en silo -, adicionalmente consideraremos la influencia que sobre estos costos operativos, tiene la aplicación de las técnicas de seguridad, a fin de apreciar el beneficio integral obtenido.*

#### **Caso 1.-**

*Conceptuemos el caso de un usuario el cual requiere almacenar un lote de maíz de 3,000 TM por un período de 30 días, con las alternativas de almacenar sobre losa o en el sistema de silos verticales; este usuario con un lote de 3,000 TM de maíz, de condiciones ideales de 13.5% de humedad y 20oC de temperatura.*

*A fin de lograr nuestro objetivo de estimar el beneficio económico, calculemos en ambos casos el costo operativo:*

#### **1.A.- Almacenaje en Losa**

*\* Costo de mercado almacenaje en losa = US\$.1.00/TM-Mes*

*= 3,000 TM x US\$.1.00 x 1 mes = US \$.3,000*

*\* Costo de mercado por cargulo y arrumaje - empleo de pala = US\$.1.20/TM*

*= 3,000 TM x US\$.1.20 = US \$. 3,600*

*\* Costo mínimo estimado por merma (3) =0.5 % del lote : a US\$.180/TM,*

*= 15 TM x US\$.180 = US \$. 2,700*

**Total Costo Operativo : US \$. 9,300**

**(3) Los porcentajes de merma han sido estimados según el acápite III.4.2. del presente Informe.**

**Para el propietario del almacén el área de losa "alquilada" para este lote es de aprox. 1,500 m<sup>2</sup>**

### **1.B.- Almacenaje en el sistema de Silos**

\* Costo de mercado del almacenaje en Silos US\$.2.07/TM-mes : 3,000 TM x US\$.2.07 x 1 mes = US \$.6,210

\* Costo de merma máximo 0.05% (3) = 1.5TM x \$.180 = US\$.270

\* Costo de carguío = nulo

**Costo total del almacenaje = US\$. 6,480**

*Comparando ambos valores, es notoria la rentabilidad económica que representa el almacenamiento en el sistema de silos, en 30 días llega a un ahorro del 30%.*

### **Caso 2.-**

*Evaluemos el caso de un lote de maíz de 3,000 TM, el cual fue almacenado sobre una losa a la intemperie, en las siguientes condiciones :*

*Humedad a la recepción : 13.2 %*

*Tiempo almacenado : 03 meses*

*Temperatura a la recepción: 18 oC*

*Humedad al despacho : 12.8 %*

*Ocurrencias durante el período de almacenaje:*

*Variaciones de temperatura hasta 32 oC focalizada, realizándose remosiones mediante pala, existió presencia de hongueamiento en la superficie de la ruma, realizándose tratamientos topicales de decostramiento; Asimismo se realizó la fumigación del lote por luego de 60 días presentarse una infestación por artrópodos.*

### **2.A.- Almacenaje en Losa**

\* Costo almacenaje = 3,000TM x \$1.00 x 3meses = **US\$.9,000**

\* Costo carguío-arrumaje = 3,000TM x \$.1.20 = **US\$.3,600**

\* Costo estimado merma : **U.S\$. 13,572**

*Por concepto de remosión 0.2 % = 6 TM x \$.180 = US\$.1,080*

*Por empleo de pala 3000 TM x \$. 0.60 = US\$. 1,800*

*Por respiración pérdida de peso de materia seca =*

$$0.003 \times 24 \times 90 \times 3000 / 3600 = 5.4 \text{ TM} \times \$ .180 = \text{US\$} . 972$$

$$\% \text{ pérdida humedad} = (13.2 - 12.8)/(100 - 12.8) \times 100 = 0.45\%$$

$$0.45\% \times 3000 = 13.5 \text{ TM} \times \$ .180 = \text{US\$} . 2,430$$

$$\text{Por insectos y hongueamiento: } 1.2\% = 36 \text{ TM} \times \$ .180 = \text{US\$} .6,480$$

$$\text{Por roedores y aves : } 0.15\% = 4.5 \text{ TM} \times \$ . 180 = \text{US\$} . 810$$

**Total Costo Operativo y de mermas en losa : US\$. 26,172**

## **2.B.- Almacenaje en el sistema de Silos**

*En el sistema de silos, las condiciones descritas para el caso anterior se habrían mantenido, detectándose y controlándose oportunamente no observando pérdidas de peso por pérdida de humedad, teniendo una merma máxima de 0.1 %, de allí que:*

$$* \text{ Costo almacenaje Silos} = 3,000 \text{ tm} \times \$ .2.07 \times 3 \text{ mes} = \text{US\$} .18,630$$

$$* \text{ Costo de merma máximo } 0.1\% (3) = 3 \text{ TM} \times \$ .180 = \text{US\$} .540$$

*\* Costo de cargulo = nulo*

**Costo total del almacenaje = US\$. 19,170**

*En este caso, adicional a la diferencia en el costo operativo y de pérdidas de peso generadas durante el almacenaje, la mayor rentabilidad se apreciará en la calidad del mismo, el cual luego de tratamientos y roturas del grano producto de remosiones con pala y sobrecalentamientos, genera una pérdida de su calidad y del valor alimenticio obtenible, el cual es "castigado" económicamente hasta con el 10 % de su valor comercial, en este caso de 3,000 TM x \$ 180 = \$. 540,000 , debemos considerar que sólo un 5% representarían US \$. 27,000 que sólo es posible ahorrar, si la variación de sus condiciones son detectadas oportunamente, la cual es confiable mediante el sistema de termometría y aereación del sistema de silos verticales.*

Adicionalmente, para el inversionista, el contar con el sistema de silos descritos le permite multiplicar por aprox. 15 la capacidad de almacenaje por m<sup>2</sup>, consiguiendo una muy alta valorización del área empleada.

### **Caso 3.-**

Mencionaremos a continuación el caso real de un lote de 18,725 TM de trigo duro alemán llegado el 11.02.94 en el vapor Huascarán para la Cía. Transcontinental y que fuera almacenado por distintos períodos de tiempo en patios a la intemperie y en Silos verticales:

Condiciones iniciales: Humedad = 12.5% ; Temperatura = 18 oC

<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad TM</b>	<b>Tiempo</b>	<b>% de merma</b>	<b>Pérdida</b>
<i>Intemperie Patio#1</i>	11,593.73	275 días	0.24 %	28 TM
<i>Intemperie Patio#2</i>	1,315.69	101 días	0.23 %	3 TM
<i>Silo vertical # 1</i>	2,888.66	101 días	0.052 %	1.5 TM
<i>Silo vertical # 2</i>	2,926.93	275 días	0.085 %	2.5 TM
<b>TOTAL</b>	<b>18,725.01</b>			<b>35.02 TM</b>

Según se puede apreciar entre el Patio #1 y el Silo #2, existe una diferencia de 25.5 TM x \$.180 = \$ 4,590 de pérdida por parte del propietario del producto.

#### **IV.4. INCIDENCIA DEL COSTO DE SEGURIDAD**

En el almacenaje sobre losa, la mayor influencia que pueden representar los costos de seguridad, medidos contra los riesgos que pueden presentarse durante este almacenaje, se refieren al daño al producto, ya sea por las mermas que involucran la rotura del grano en su arrumaje, remoción o despacho, tanto como por la no atención oportuna y técnica del incremento de su temperatura, humedad, presencia de insectos u hongueamiento. Según se ha dicho, los rangos de mermas pueden llegar fácilmente alrededor del 3% del lote.

*La alternativa rentable, beneficiosa y económicamente segura la representa el empleo del sistema de silos verticales, en el cual según se aprecia en cuadro presentado en punto V.1, se encuentra incluido el costo de la aplicación de las Técnicas de Seguridad y es de US\$ 2,452 mensuales, el mismo que significa el  $(2,452/20,982)$  12 % de su facturación mensual, es decir que el costo MENSUAL por TM almacenada es de  $2,452/10,125 =$  US\$ 0.24.*

*En pérdidas, la merma (3) esperada para un lote de 3,000TM por un período de 90 días, que no se encuentre en condiciones ideales y que requiera aereación o fumigación, debe arrojar una merma promedio del 2.5 % =  $75TM \times \$ .180 =$  US \$ .13,500*

*En el sistema de silos, en las mismas condiciones no ideales, cualquier variación de temperatura será atendida oportunamente, controlándose, sin embargo considerando una merma de 0.3% tendremos :  
Por merma esperada máxima 0.3%  $9 TM \times \$ .180 =$  US\$ 1,620  
En caso se requiera aerear,  $\$.5.00/hora \times 10 horas =$  US\$. 50  
De esto resulta, costo de la pérdida por almacenaje en silos US\$. 1,670.*

*De lo dicho, es claro que una diferencia monetaria de merma de \$ .13,500 contra \$ .1,670 y sobre esta la mínima relevancia del costo de las medidas de seguridad proporcionadas al sistema de silos, es decir 12% de  $1,670 =$  \$ .200.40 resulta de todo punto de vista una Inversión segura.*

## **V. CONCLUSIONES**

*Según ha podido apreciarse existe un beneficio general, tanto en el almacenaje en condiciones ideales del producto, como en cuanto al seguimiento y cuidado que todo producto orgánico requiere. Esto beneficia integralmente a la actividad del sistema de silos, llegando a establecerse en forma conjunta cliente-usuario-transportistas, tarifas competitivas y rentables para todos los involucrados.*

*Es sumamente importante mencionar factores de orden sanitario, de valor incalculable, involucrados en el requerimiento de un almacenaje techado, cerrado y ventilado que obliga a la disposición del sistema de silos.*

*Por otro lado, el eliminar estas pérdidas considera la aplicación de fumigantes, los cuales en caso no se sigan las normas y procedimientos preventivos de seguridad, pueden llegar a representar un grave daño tanto al personal directamente involucrado en la labor, como al consumidor final del producto tratado, estos daños son muy difíciles de evaluar en su total magnitud, sin embargo es claro que el no seguir las normas de seguridad va en contra de toda actividad, y perjuicio de la sociedad.*

*Según hemos analizado tanto para el usuario como para el propietario del sistema y el transportista de granos, el sistema de silos verticales representa un beneficio general, entre ellos:*

*Rentabilidad de la mayor capacidad de almacenaje por unidad de área*

*Ahorro en el costo de cargulo y arrumaje del producto mediante el*

- *empleo de sistemas de elevadores y cintas transportadoras en*
- *reemplazo de cargadores frontales.*

*Mantenimiento adecuado, seguro y sanitario del producto, mediante el seguimiento continuo de sus condiciones de almacenaje,*

- *previniéndose pérdidas de su calidad o mermas por alguna de las condiciones mencionadas en el presente informe.*

*Manejo ordenado de granos, de rápida descarga y cargulo de productos y ahorro de tiempo en el traslado de productos, con*

- *beneficio de Transportistas, usuarios y propietarios del negocio.*

*Salvaguardar la integridad de los trabajadores e instalaciones, mediante la prevención de daños y el control de sus consecuencias.*

- *Es decir, que en la implementación de este sistema de almacenaje, como en toda actividad existe riesgo y este debe ser manejado de acuerdo a las técnicas de la Ingeniería de Seguridad, con la finalidad de evitar daños tanto personales como al negocio, es decir infraestructura, equipos y productos.*

*Estos riesgos existen y las técnicas de seguridad nos permitirán manejar las condiciones tanto laborales, como organizativas y/o propias de la instalación a fin de evitar sus consecuencias es decir el daño social o económico en perjuicio de nuestra actividad.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

- *National Fire Proteccion; Fire Proteccion Hanbook, Editado por MAPFRE, Madrid, 1983*
- *National Fire Proteccion; NFPA 70 National Electrical Code 1984, Editado por MAPFRE, Madrid, 1991*
- *National Safety Council; Accident Prevention Manual for Industrial, Editado por MAPFRE, Madrid, 1979*
- *Reyes Octavio; Manual de Operaciones Planta, Silo de Granos Ransa Comercial, Chile, 1993*
- *Farfán Rafael; Informe de Visita a la Empresa Grama S.A., Chile, 1994*
- *Stryker Harold; Manual de Análisis de Almacenamiento de Granos; San Salvador, 1978*
- *Food Storage Manual; Cereals and Cereal Product, Editado por Tropical Products Center, Slough Ingran, 1070*
- *Cancho Garagay Alfredo; Almacenes : Organización y Administración, Lima, 1990*
- *Keplerweber; Manual de Tratamiento de los Cereales, 1993*
- *Keplerweber; Manual y Montaje de Elevadores Agrícolas, Brasil, 1986*
- *Keplerweber; Manual de Operación de Correas Transportadoras, Diciembre, 1989*
- *Sulzer-Escher Wyss Gmbh; Conservación de Cereales en zonas de clima templado y tropical, Rep. Fed. Alemana, Noviembre 1988*
- *De Dios Carlos A., Mermas y pérdidas en el acopio del grano 1994.*
- *Lossio Piñela Luis, Pérdidas de peso sufrido por maíz, correspondiente a la Motonave "Stella Tingas" 1994*