ESPOL
1958
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
CIB
D-6834

Matadero Frigorifico para la Ciudad de Quito

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Titulo de

INGENIERO MECANICO

Presentado por

Héctor A. Salazar Coba

Egresado de la Escuela Superior Politecnica del Litoral

Guayaquil *1977*

MATADERO FRIGORIFICO PARA LA CIUDAD DE QUITO

AUTOR:

Héctor A. Salazar Coba

CERTIFICADO POR:

Ingeniero Mecánico
Eduardo Donoso
Director de Tesis

D E D I C A T O R I A

A mi Esposa Margarita, A Omar, Freddy y Byron mis hijos.

A mi madre en póstumo agradecimiento por todo cuanto me ayudó para culminar mi carrera.

A mi padre y hermanos.

A G R A D E C I M I E N T O

A todos los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, quienes han hecho posible la culminación de mi carrera.
Especial agradecimiento al Ing. Marcelo Albuja e Ing. Víctor Hugo Jácome, Ejecutivos de INECEL, de igual manera al Ing. Ricardo Delfini, Ejecutivo de DELTA, Ing. Eduardo Donoso, Director de Tesis, Economista Hugo Paredes y Sta. Nidhya Echeverría, Secretaria de la Superintendencia de Proyectos y Obras de INECEL.

EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE ESTA TESIS PERTENECE A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

(ARTICULO VIGESIMO PRIMERO DEL REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL)

D E C L A R A C I O N E X P R E S A:

LA RESPONSABILIDAD DE LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTA TESIS, CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A SU AUTOR.

(ARTICULO SEXTO DEL REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL)

Héctor A. Salazar Coba

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS. Pág.

Vistas de faenamiento de carne.

Fig. 3.1 ..... 72-A
Fig. 3.2 ..... 72-B
Fig. 3.3 72-
Fig. 3.4 ..... 75-A
Fig. 3.5 ..... 75-B
Fig. 4.2.1.h Ciclo termodinámico..... 127
Ciclo termodinámico cámaras de congelación 144

Comercialización de carne.

Anexo A 1 237
Anexo A 2 238

LISTA DE GRAFICOS.

3.14.1 Paredes de cámaras 84
Dimensiones de las cámaras 101
Dimensiones de las piezas de carne 101
4.2 Diagrama de Moody 193-A
Gráfico punto de equilibrio 221
Anexo A-3 Diagrama de flujo para faenamiento de ganado bovino 239
Anexo A-4 Diagrama de flujo para faenamiento de ganado porcino 240
Anexo A-5 Rendimiento volumétrico para compresores frigoríficos 241

Pág.

Anexo A-6 Diagrama esquemático de la Planta 242
Anexo A-7 Ciclo termodinámico cámaras de conservación .. 243
Anexo A-7' Ciclo termodinámico cámaras de congelación ... 244

LISTA DE TABLAS.

Tabla Nº 1 Comportamiento comparativo de los refrigerantes por tonelada 245
Tabla Nº 2 Propiedades del agua líquida 246
Tabla Nº 3 Refrigerante 717 Amonfaco 247
Tabla Nº 3 Refrigerante 717 Amonfaco, Propiedades de líquido y vapor saturado 248
249
Tabla Nº 3 Refrigerante 717 Amonfaco, Propiedades de vapor sobrecalentado 250
Tabla Nº 4 Compresores para amonfaco 251
Tabla Nº 5 Condensadores horizontales para amonfaco 252
Tabla Nº 6 Evaporadores para amonfaco 253
Tabla Nº 7 Selección de bombas de agua 255

LISTA DE PLANOS.

Plano Nº 1 Perspectiva general
Plano Nº 2 Aislamiento y puerta de cámaras.
Plano Nº 3 Planta Baja.
Plano Nº 4 Planta Alta.
Plano Nº 5 Equipos de refrigeración.

I N D I C E

		Pág.
	Dedicatoria	I
	Agradecimiento	II
	Declaración expresa	III
	Contenido	IV
	Indice	V
	CAPITULO I.	
	Introducción	1
1.2	Ganadería de la zona y descripción de los canales existentes	3
1.2.1	Ganadería Bovina	4
1.2.2	Ganadería Ovina	4
1.2.3	Ganadería Porcina	5
1.3	Tasas de extracción de ganado	5
1.4	Descripción del Canal de Quito	7
1.5	Medios utilizados para el transporte de la carne	10
	CAPITULO II.	
	Factibilidad	12
2.1	Características del funcionamiento	12
2.1.a	Estudio del mercado de bovinos en Quito	13
2.2	Análisis de la demanda	13
2.3	Consumo	14
2.3.1	Nivel de ingreso	19
2.3.2	Consumo de carne bovina por estratos de ingreso	20
2.3.2.a	Consumo percápita promedio	21
2.3.3	Gustos y preferencias	21
2.3.4	Proyección de la demanda	22
2.3.4.a	Limitaciones para el estudio	25
2.3.4.b	Metodología empleada	25
2.3.4.c	Cálculo de la tasa de incremento de la demanda	27

		Pág.
2.3.4.3	Análisis de la proyección	28
2.3.4.4	Análisis de la oferta	30
2.4	Fuentes de Abastecimiento	31
2.4.1	Número de animales faenados en los camales de Quito	32
2.5	Estructura de los precios en el mercado de Quito	36
2.6	Canales de Comercialización	37
2.7	Principales Funciones de Comercialización	39
2.8	Transporte del camal a los lugares de venta	45
2.9	Financiamiento	46
2.10	Procesamiento, clasificación, fraccionamiento, distribución y venta	48
2.11	Capacidad de producción del matadero	51
2.12	Flexibilidad de la capacidad de producción	53
2.13	Personal	53
2.14	Justificación de la capacidad de producción	55
	CAPITULO III	
	Proyecto	58
3.1	Consideraciones Generales	58
3.2	Caracterfsticas Técnicas de los mataderos de tipo " A " (en vertical)	62
3.3	Descripción del proceso	67
3.4	Matanza de los porcinos	72
3.5	Matanza de los ovinos	73
3.6	Frigorfficos anexos al matadero	74
3.7	Sala de venta	77
3.8	Tripería	77
3.9	Planta para los subproductos	78
3.10	Capacidad de la Planta	79
3.11	Selección del refrigerante	80
3.12	Cámaras de congelación	85

		Pág.
3.13	Cámaras de conservación	85
3.14	Aislamiento	86
3.14.1	Determinación del espesor de aislamiento en las paredes de las cámaras	88
3.14.2	Cálculo del coeficiente de convección aislante - aire (h_2)	89
3.15.1	Puertas aisladas	93
3.16.1	Transmisión de calor	93
	CAPITULO IV	
	Diseño	101
4.1	Dimensiones de las cámaras	101
4.2	Cálculo de carga de refrigeración	104
4.2.1.a	Calor por transmisión a través de las superficies de las paredes, piso y cielo raso de la cámara	105
4.2.1.b	Calor introducido por el producto a conservar	107
4.2.1.c	Calor introducido por la iluminación artificial	108
4.2.1.d	Calor desprendido por el personal	108
4.2.1.e	Calor desarrollado por los motores	109
4.2.1.f	Calor por infiltración de aire al abrir puertas	109
4.2.1.g	Consideraciones generales del ciclo termodinámico	122
4.2.1.h	Selección y trazado del ciclo	126
4.2.1.i	Características del ciclo termodinámico	129
4.2.2	Cálculo y selección del equipo frigorífico	131
4.2.2.1	Compresores	131
4.2.2.2	Selección del compresor	132
4.2.2.3	Características, generales del compresor	133
4.2.2.4	Cálculo teórico de las características del compresor (particulares)	137
4.2.b	Evaporadores	147

		Pág.
4.2.b.1	Selección del tipo de evaporador	147
4.2.b.2	Características del evaporador seleccionado	150
4.2.c	Condensadores	160
4.2.c.1	Selección del tipo de condensador	161
4.2.c.2	Cálculo de los condensadores	165
4.2.c.3	Cálculo y selección práctica de los condensadores	179
4.2.c.4	Selección de los recibidores de líquido	182
4.2.c.5	Selección del condensador para las cámaras de congelación	182
4.2.c.6	Selección del recibidor de líquido	188
4.2.c.7	Selección de Torre de Enfriamiento	188
4.2.c.8	Tuberías y bombas de agua	190
4.2.d	Cálculo de tubería y aislamiento de la misma	195
4.2.d.1	Cálculo de tuberías. Características generales	195
4.2.d.2	Cálculo de los diámetros	195
4.2.d.3	Caídas de presión en las tuberías	199
4.2.d.4	Cálculo de aislamiento de las tuberías	201
4.2.d.4.1	Aislamiento de tubería de aspiración del compresor.	201
4.2.d.4.2	Aislamiento de tubería de líquido refrigerante	206
4.2.d.5	Selección de los dispositivos de control automático	207

CAPITULO V

Análisis Económico	213
Cuadro de Inversiones	215
Costos de Operación	216
Gastos de Administración	217
Costos de Comercialización	218
Balance de resultados	219
Punto de Equilibrio, costos fijos y costos variables	220
Gráfico de punto de equilibrio	221

Pag.

CAPITULO V

Lista de maquinaria y equipos..... 222
Equipo para faenamiento de ganado bovino..... 223
Equipo para faenamiento de cerdos..... 225
Procesamiento de tripas,estómagos..... 226
Accesorios complementarios..... 227
Ingresos por servicios..... 228
Industrialización de subproductos..... 229

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones..... 230

CAPITULO VII

Apéndice..... 236
Nomenclatura..... 258
Bibliografía..... 261

INTRODUCCION

CAPITULO 1

1.1 Los actuales sistemas de vida y producción se basan en la obtención de artículos en masa y el consumo de los mismos - lo que determina y exige el movimiento de enormes cantidades de productos que deben ser transportados desde las zonas de- producción a centros de almacenamiento y distribución para a su vez ser desde éstas dirigidas a gran número de puntos - situados y lugares de expendio público. Esto, supone una sucesión de etapas encadenadas entre sí formando lo que se ha denominado:

"CADENA DE FRIO"

y que planifica no solamente el transporte y abastecimiento- de los núcleos de población como se menciona anteriormente - sino también la reducción de las pérdidas por deterioro de - aquellos artículos manteniendo así la calidad de los mismos.

Como consecuencia del aumento de la población y por ende del consumo diario de toda clase de productos, y en el caso concreto al tema de la presente tesis, la carne, las grandes - ciudades han optado por instalar mataderos frigoríficos para de esta manera proporcionar a los consumidores un producto - que reuna las más altas condiciones de higiene y calidad a fin de salvaguardar la salud de la población disminuyendo la contaminación bacteriológica, comenzando por una ....

matanza más higiénica y siguiendo normas de sanidad pre-establecidas para la obtención de un producto con un elevado índice de seguridad para el consumo.

La presente tesis, trata exclusivamente del diseño de las cámaras frigoríficas para carne y todos los equipos necesarios para el sistema de refrigeración así como también equipos auxiliares. También incluye la descripción de las diferentes etapas del proceso en las que se trata de aprovechar al máximo los subproductos con la implantación de nuevos procesos de trabajo, para de esta manera, reducir los desperdicios de materia prima y en consecuencia poner el producto al alcance del público a un precio razonablemente bajo.

Por lo anteriormente expuesto, el Municipio de Quito, se encuentra empeñado en la Construcción e Instalación de un CAMAL FRIGORIFICO completamente moderno para proporcionar un servicio social a la ciudad de Quito y poblaciones aledañas, proporcionando así los medios adecuadamente técnicos e higiénicos para sacrificar el ganado y garantizando la salud de los consumidores al mismo tiempo que regular un normal y permanente suministro de carne.

La capacidad del Camal Frigorífico estudiado, responde a las necesidades actuales y futuras de la zona, la que se ha calculado tomando en cuenta el crecimiento de la población, el nivel de ingresos familiar promedio y los recursos ganaderos de la Provincia.

1.2 Ganadería de la Zona y descripción de los Canales existentes.-

Aspectos generales de la Ganadería en el Ecuador. Potencial Ganadero del País.

La población ganadera (bovina, ovina y porcina) en el país según estudios de instituciones especializadas se estima en 6.8 millones de cabezas para 1.973 y su distribución geográfica es la siguiente:

CUADRO Nº 1.2 Ecuador.- Estimación de la población ganadera 1.973

ESPECIES	TOTAL PAIS (mils. cabezas)	%	SIERRA %	COSTA %	ORIENTE %
Bovinos	2580	37.83	52.6	43.2	4.2
Ovinos	2040	29.91	98.8	-	-
Porcinos	2200	32.26	56.3	42.4	1.2
TOTAL	6820	100.00			

La zona ganadera que gravita sobre la ciudad de Quito, tiene una bien definida orientación, produce ganado lechero, - por lo tanto, aparecen tres consecuencias:

1) limitada producción de ganado bovino destinado a la - matanza por lo cual en la actualidad se ha visto en el caso de transportar ganado para el matadero local,

especialmente del norte;

2) El ganado para el desposte representa gran parte de vacas de deshacho (estériles o que han terminado su vida productiva), por toros y bueyes viejos y por pocos terneros; y

3) La elaboración de la leche favorece la cría de porcinos, de los que hay buena producción y que aumentará la demanda sea para consumo inmediato, o para fabricación de embutidos, ya que el clima se presta para ello.

1.2.1 Ganadería Bovina.- Casi puede afirmarse que no existe en el país una real y verdadera tradición y orientación definidas en la clasificación de tipos de ganado; sin embargo, se ha comprobado que en la Sierra predomina el ganado de producción de leche, mientras que en la Costa abunda el ganado de producción de carne siendo este último de mayor peso y calidad. En el Oriente mientras tanto existen zonas muy apropiadas para la crianza de ganado de carne aunque las explotaciones ganaderas son difícultosas debido esencialmente a la falta de vías de comunicación con el interior del país.

1.2.2 Ganadería Ovina.- Está localizada casi en su totalidad en la región Interandina. Se considera que alrededor del 80% de esta ganadería lo constituyen animales exclusivamente criollos de tipo ibérico, 17% mestizos de varias razas (criolla, corredale, bambouillet) y el 3% restante de pura sangre.

1.2.3 Ganadería Porcina.- En su mayor parte está compuesta por ganado criollo que es de lento crecimiento y bajo rendimiento. Sin embargo, muchos se han dedicado a mejorar las razas, tal el caso de Santo Domingo que con la raza Duroc Jersey y la Hamshire han conseguido obtener menores precios y costos.

1.3 Tasas de Extraccion de Ganado.-

Se estima que la tasa de extracción para faenamiento de animales bovinos en 1973 fue de un 12%, para ovinos 24% y para porcinos 34%. Estos datos corresponden al faenamiento de 309.600 bovinos, 489.600 ovinos y 748.000 porcinos.

CUADRO No. 1.3 .- ECUADOR

ESPECIE	CABEZAS FAENADAS	TAZA DE EXTR.	PESO PROM. EN CANAL	RENDIMIENTO EN CARNE T.M.	ESTRUCTURA DE PRODUCCION
	No.	%	(Kg.)	T.M.	%
Bovinos	309600	12	168	54.013	50.0
Ovinos	489600	24	14	6.854	7.0
Porcinos	748000	34	60	44.880	43.0
Suman	1'547.200			103.747	100.0

Condiciones de Faenamiento.- Según investigaciones realizadas por CENDES y otras Instituciones ligadas a todo lo que significa ganadería, el sacrificio del ganado en el -

pais se realiza de acuerdo al siguiente cuadro:

Camales Municipales (Casas de rastro)	70%
Mataderos de tipo Industrial	25%
A nivel de finca o clandestinamente	5%

Los Camales Municipales, cabe destacar que operan en condiciones lo más precarias y sin disponer de equipos e implementos adecuados e higiénicos para el faenamiento del ganado, todo lo contrario sucede con los camales de tipo industrial.

Para el faenamiento del ganado en el Camal de Quito existen aproximadamente 300 introductores que compran el ganado en las poblaciones aledañas a la ciudad e inclusive - las transportan desde otras provincias, como principales fuentes de aprovisionamiento del Camal pueden mencionarse Machachi y Cayambe lugares eminentemente ganaderos al igual de Sto. Domingo de los Colorados. También entra ganado de Tumbaco, Nanegalito, Puembo, Pifo, Loa, etc.

La población ganadera de Qutio está calculada en aproximadamente 278.280 cabezas de ganado, lo que representa un - porcentaje de 10,78 con relación a la poblacion ganadera del Ecuador (bovinos) no se tiene suficientes datos estadísticos acerca de ganado ovino y porcino por cuanto se - trata de ganado menor y su faenamiento se realiza a nivel de finca o clandestinamente, pero de acuerdo a la cantidad registrada en los archivos del camal se tienen que han - sido sacrificados en 1973 y 1974 aproximadamente 36.500 - porcinos y 39.130 avinos.

1.4 Descripcion del Canal de Quito.- Todos los comentarios - aquí expuestos son la caracteristica general de operación y funcionamiento de los Canales del Ecuador variando únicamente el volumen de trabajo. Los municipios que son - los encargados de vigilar todo el proceso de formación de las carnes presentan idéntica situación económica y organización administrativa, que en todo caso dejan mucho que - desear.

En el matadero de Quito para los vacunos se emplea el sistema de enrvación que consiste en seccionar la médula espinal a la altura de la articulación al tanto occipital - con un instrumento que se denomina puntilla, luego se procede a la sangria por seccionamiento de los grandes vasos en la entrada del pecho. Para todas estas labores no se - cuenta con instalaciones especiales, ni con las debidas - garantias de higiene.

En los ovinos se practica el sistema de degueIlo que consiste en seccionar las arterias carótidas y las venas yugulares a nivel de la faringe. Los animales previamente son ligados en sus cuatro extremidades para restarles movimiento y luego acomodados en mesas de cemento.

El ganado porcino se mata mediante aturdimiento por conmoción mediante un golpe dado con un mazo de hierro en la - región frontal, la yugulación no es inmediata, sino que - se espera tener un buen lote de animales y luego proceder a la sangria, razón ésta por la que la sangria no es completa.

El aprovechamiento de la sangre dado el sistema que se emplea para la matanza es pequeño y de mala calidad ya que se la recoge en baldes mediante operación manual de los - trabajadores.

Posteriormente este trabajo de matanza y sangria siguen - los de desuello, evisceración, preparación de las carnes y transporte. Este trabajo dura una hora quince minutos durante cinco dias ya que no se labora jueves y domingos.

La operación previa a la enervación consiste en que el jífero ayudado por los cargadores llevan con un lazo a la - res hasta la sala de matanza, lo sujetan a la argolla fija en el piso y procede a la enervación, la sangria se efectúa en el mismo sitio que cae el animal, el jefero para - obtener una mejor sangria da movimientos de fuelle parándose sobre el abdómen del animal caido.

Luego se ejecuta la operación de descuello o separación - de la piel la que se realiza con la ayuda de un cuchillo- y en forma manual, la res es suspendida de dos poleas para la evisceración en los cortes dorsales el trabajador - utiliza el hacha y para los cortes centrales el cuchillo y sierra de mano, de esta manera es formada la canal, la que es lavada con agua de baldes y paños, en esta fase se realiza la inspección sanitaria a cargo de un médico veterinario. El transporte de la carne a las salas de oreo - se lo hace a espaldas de los cargadores, los que suspenden la carnes de ganchos para el estampillado, operación queconsiste en poner un sello en la carne de acuerdo a la - clasificación que se le ha dado la sangre es almacenada -

en la misma sala de matanza en barriles apropiados y, una vez acabado el faenamiento del día se entrega al comprador.

Las vísceras (patas, cabezas, intestinos, etc.) y pieles - son retiradas en carretillas y pasan a los lavaderos y - mercado de pieles respectivamente los que están localizados en un patio a cielo abierto. Aquí son retirados los músculos subcutáneos que han quedado adheridos a la piel.

Es necesario recalcar que la higiéne del ambiente es mala como consecuencia del sistema de trabajo que se practica y de la organización que se ha adoptado para su funcionamiento.

Durante el período de horas laborables son más notorias - las condiciones de pésima higiéne ambiental, hay malos olores como consecuencia de la acumulación de desperdicios que no puedan ser eliminados inmediatamente a más de la aglomeración de gente interesada en comprar carne y vísceras, vendedores ambulantes, presencia de perros vagos a los que se añade el mismo aspecto de suciedad más los criaderos de moscas en los corrales, los mismos que no son limpiados sino esporádicamente, dando todo esto un deplorable aspecto de higiene y ambiente altamente contaminado.

Las aguas servidas son eliminadas por redes subterráneas de desague hacia un río que pasa por las afueras de la - ciudad y sometidas a un largo recorrido sin ningún tratamiento de purificación, siendo por lo mismo factible el - que se dé origen a enfermedades transmisibles durante su recorrido.

Con un proceso similar aunque con muchos más problemas - tanto de manipulación del ganado y la carne como de higiene funcionan los mataderos de Machachi, Cotocollao, Sangolquí, etc.

1.5. Medios Utilizados para el Transporte de la Carne.-

El transporte de la carne desde los camales a los centros de distribución, tercenas en su mayoría, se lo realiza - sin el más elemental principio de higiéne y alterando todas las reglas de limpieza. Se transporta la carne a la mano (manos sucias) a espaldas de hombres con vestimenta sucia e inadecuada, dentro de sacos de tela sucios, a lomos de acémila en algunos casos.

En el manipuleo de la carne no hay preocupación por proteger el producto: del polvo, de los insectos, del sol, en fin de todo lo que podría causar daño a la carne o ensuciarle.

Por todas las razones anotadas, se vuelve imperativo el que la ciudad de Quito cuente con un moderno y eficiente Canal Frigorífico para el faenamiento de ganado, garantizándose así el consumo de carne completamente sana por parte del público. Igual caso se podría decir del transporte y manipuleo de la carne pues el Canal tendría de su - propiedad el suficiente número de vehículos con refrigeración para la distribución de su producción diaria.

El Canal de Quito ésta localizado al suroeste de la ciudad, tiene 250 m. de ancho por 250 m de largo, con una superfi

cie de aproximadamente 62.500 m2 y una superficie de construcción de 16.000 m2 consta de dos plantas, en la alta funcionan la Gerencia, Secretaría, Laboratorios, Sección de Recaudación y local para la Casa Cuna. En la parte baja se cumplen todas las operaciones del faenamiento en sus respectivas naves de matanza.

CAPITULO II

FACTIBILIDAD

Considerando la preocupación del Cabildo quiteño de dotar a la ciudad de Quito y poblaciones aledañas de una necesidad impostergable como es la instalación de un matadero - frigorífico, el objetivo de la presente tesis es realizar un estudio técnico, económico que pretenda justificar la instalación de este Camal frigorífico el mismo que dotaría de adecuados medios técnicos e higiénicos para sacrificar el ganado cuya carne se expende entre sus habitantes garantizando de esta forma la salud de los consumidores y regulando un suministro normal y permanente de tan vital producto.

Previo al estudio de la capacidad del Camal frigorífico,- debe realizarse un estudio general de la comercialización del ganado bovino y de la carne de res para el mercado de Quito, considerando ciertos aspectos de la producción ganadera pero sin profundizarlos ya que requeriría de una - investigación específica.

La capacidad del Camal Frigorífico en estudio responde a las necesidades actuales y futuras de la zona las que se han dimensionado tomando en cuenta el crecimiento de la - población y consumo,el nivel de ingresos familiar promedio y los recursos ganaderos de la provincia y diversas - fuentes de abastecimiento.

2.1. Características del Funcionamiento.- La Operación del Ca

mal frigorifico se financiará en base a una tasa de servicios que se cobrará por el faenamiento de cada cabeza de ganado.

Como éste Moderno Canal está destinado a prestar un servicio de carácter social y benéfico, cuenta además con un - presupuesto anual asignado por el Municipio de Quito para su normal funcionamiento, estos aspectos serán tratados - en el capitulo correspondiente al Anaálisis Economico.

El proyecto considera el empleo de equipos adecuados y en lo posible totalmente automatizados con los que se puede aplicar técnicas modernas en el faenamiento de ganado y 0 en el corte y preparación de carnes.

2.1. Estudios del Mercado de Bovinos.en Quito.- La producción de carne contemplada en el proyecto estará destinada a satisfacer básicamente las necesidades presentes y futuras de la ciudad de Quito. Sin embargo dada la capacidad de la planta, existe la posibilidad de atender parte de la - demanda de otras poblaciones de la provincia y aún fuera de ella siempre que se disponga de una adecuada infraestructura para la comercialización.

2.3 Analisis de la Demanda.- Para el análisis de la demanda- se ha estimado conveniente considerar el actual nivel de ingresos y el poder adquisitivo de la mayoria de consumidores. La demanda de la carne encierra grandes diferencias en lo que respecta a los niveles altos, medios y bajos, esta es la razón por la cual la demanda el ingreso y el consumo de carne no es presentativa del habitante - promedio.

Por lo tanto al hacer referencia a la estructura del presupuesto de gasto familiar en alimentos y particularmente en carne el ingreso de las familias consumidoras adquiere un papel importante.

Como consecuencia del alto precio de la carne en Quito, - la demanda de la misma se concentra en el sector de mayor poder adquisitivo el que a su vez está constituido por una mínima parte de la población, la parte que posee mayores- ingresos.

El análisis de la demanda ha sido realizado en base a:

1) Consumo

2) Nivel de ingreso

3) Gastos y preferencias

4) Proyección de la demanda

5) Estructura de los precios en el mercado de Quito.

2.3. Consumo.-

CUADRO Nº 2.1

CONSUMO ANUAL DE CARNE BOVINA EN LA CIUDAD DE QUITO

AÑOS	POBL. URB.	CONSUMO DE CARNES EN KGR. FAENADA	FORANEA	TOTAL	INCREMENTOS POBL. URB.	CONSUMO
1970	508.473	5'148.323	326.400	5'474.723		
					20.847	1'906.329
1971	529.320	7'054.652	326.400	7'381'052		
					27.702	1'523.189
1972	551.022	6'577.841	326.400	6'904.241		
					22.592	801.800
1973	573.164	4'674.433	428.000	6'102.433		
					23.519	1'206.944
1974	597.133	5'891.377	428.000	7'319.377		

FUENTE: Oficina Nacional de Censos
Empresa Municipal de Rastro

El cálculo de consumo anual de carne bovina para la ciudad de Quito se lo ha realizado en base a los siguientes aspectos:

a) Población.- Para la determinación de la proyección de la población en el cantón Quito se ha tomado en cuenta los resultados obtenidos de los censos poblacionales efectuados en los años 1962 y 1974 con el propósito de conocer la tasa de crecimiento. Para este efecto se empleó la fórmula:

$$r = \sqrt[t]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

donde P1 y P2 son las cifras de población según el primero y segundo censos.

"t" = Tiempo transcurrido entre los dos censos en años y;

"r" = Tasa resultante de crecimiento de la población.

O sea:

$$r = \sqrt[12]{\frac{597.133}{368.353}} - 1$$

$$r = \sqrt[12]{1,621} - 1$$

r = 4.1% (tasa de crecimiento de la poblacion)

b) Consumo de carne.-

a) Faenada.- El consumo de carne faenada se la determinó en base a la informacion obtenida de los registros de la Empresa Municipal de Rastro en el período correspondiente a los años 1970-1974.

b) Foránea.- Corresponde al volumen de carne que ha sido faenada en otras provincias, así como también el número de reses en pie que han ingresado, también otras fuentes de abastecimiento. En este volumen tambien se incluye la car

no que ha sido faenada en forma clandestina en diferentes sectores de la ciudad. El Departamento de Comercialización del Ministerio de Agricultura ha estimado el siguiente porcentaje para los años 1970 - 1974. (carne foránea).

CUADRO No. 2.2.

AÑOS	No. de Animales	Porcentaje de carne Foránea	
1970	1920	5.96	8/reses/dia 170Kg. 240d. lab.
1971	1920	4.42	"
1972	1920	4.73	"
1973	8400	23.40	35
1974	8400	19.51	35

$$\% = \frac{\text{Foránea}}{\text{Total (faenada más foránea)}}$$

c) El Consumo anual Total.- Es igual a la suma del volúmen de carne faenada en el Canal y el volúmen de carne y el ganado en pie que ingresan clandestinamente de otras provincias.

Haciendo un análisis del cuadro se observa que:

i) La población humana de la zona urbana durante los años 1970-74 tuvo un incremento anual progresivo de 21.275 hbs. durante los dos primeros

años y de 23.056 hbs. durante los dos subsiguientes, lo que da un promedio de 22.165 hbs./año. En los dos últimos años se observan aumentos mayores a diferencia de los dos primeros.

ii) En lo que se refiere al volumen total de carne consumida por la población urbana durante el período 1970 - 71 y 73 - 74, existiendo un incremento de 1'906.329 Kg. y 1'216.944 Kg. de carne respectivamente, por otro lado en cambio se detectó una considerable disminución del volumen de carne durante el período 1971 - 73. Este decremento incide directamente en el nivel de consumo y capacidad de alimentación de la población.

iii) Para un crecimiento de la población de aproximadamente 22.165 hbs.)año, existe una disminución de consumo en volumen de carne considerable en determinados períodos.

Esto en apariencia se debe a deficientes sistemas de producción y mercado y bajos rendimientos, así como tambien el aumento de porcentaje de carne faenada clandestinamente, lo que se hace con el fin de eludir el control sanitario que se efectúa en los mataderos, evitando el pago de impuestos y la sanción a la reglamentación de fijación de precios, lo que da lugar a un margen de beneficio para los intermediarios.

2.3.1 Nivel de Ingreso.- Para el análisis de la demanda considerando el nivel de ingresos se ha tomado una muestra representativa correspondiente a 1.280 familias residentes en Quito las que fueron encuestadas con el fin de conocer el consumo de carne de res y su relación con el porcentaje de carne de cerdo de acuerdo a los ingresos que percibe la población en la zona urbana. (Entrevista realizada por la Junta Nacional de Planificación).

Este grupo de familias ha sido dividido en tres estratos, tomando como base sus ingresos anuales en sucres, como se indica en el Cuadro No. 2.3.

CUADRO No. 2.3.

NIVEL	INGRESO ANUAL	No. DE FAMILIAS	%
A	72.000 y más	280	21.87
B	36.001 a 72.000	430	33.6
C	hasta 36.000	570	44.53
		1.280	100.00

Dentro de cada nivel, también se ha efectuado una división para ubicar las familias por sectores dentro de la ciudad.

Nivel A.- 280 familias con 5 personas de promedio/fam. con la siguiente distribución:

i) Sector Sur 110 familias
ii) Sector centro 40 familias
iii) Sector Norte 130 familias

Nivel B.- 430 familias con un promedio de 6 personas cada una distribuidas así:

i) Sector Sur 130 familias
ii) Sector Centro 190 familias
iii) Sector Norte 110 familias

Nivel C.- 570 familias con un promedio de 7 personas cada una distribuida en los siguientes sectores:

i) Sector Sur 420 familias
ii) Sector Centro 70 familias
iii) Sector Norte 80 familias

De acuerdo con la encuesta realizada en el cuadro A.1 se puede apreciar el consumo anual en Kg. de carne de res, - ave y cerdo por niveles de ingreso.

El consumo de carne de res constituye el más alto %(89.75) en relación con el consumo poco representativo de carne - de porcino y aves (9% y 1.25% respectivamente).

2.3.2 CONSUMO DE CARNE BOVINA POR ESTRATOS DE INGRESO

Con los resultados obtenidos de la encuesta es posible e laborar un cuadro con la estimación de consumo anual de - carne bovina.

CUADRO 2.5

CONSUMO DE CARNE BOVINA POR ESTRATOS DE INGRESO *

Niveles	Población	Consumo Total en Kg.	Consumo Anual Percápita
A 72.000 y más	1.400	44.454.00	31.6
B 36.000 y 72.000	2.580	64.582.00	25.0
C hasta 36.000	3.990	51.381.00	12.8
Total	7.970	160.417.00	20.1

2.3.2 CONSUMO PERCAPITA PROMEDIO

Con una población estimada en 7970 hbs. tomados como base para las encuestas de acuerdo a los diferentes niveles de ingreso se tiene un consumo promedio percápita de 20.1 Kg anuales.

La cifra más baja 12.8 Kg la encontramos en la población de más bajo nivel económico, de tal manera que ésta cantidad es considerablemente menor que la establecida por el Instituto Nacional de Nutrición en 27 Kg. como la ración básica alimenticia mínima. Esto demuestra un nivel de consumo de carne bovina muy reducido y deficiente lo que se traduce en desnutrición de un elevado porcentaje de la población.

2.3.3 GUSTOS Y PREFERENCIAS

El porcentaje de consumo de carne bovina es predominante en la población sin considerar los niveles de ingreso. -

* Fuente - Junta Nacional de Planificación

Los consumidores en su mayoría no seleccionan la clase de carne que adquieren limitándose a pagar determinado precio por cualquier trozo de canal.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, en relación con el consumo de carne bovina, la ración diaria de consumo por niveles de ingreso sería:

Nivel A	Nivel B	Nivel C.	Total
72000 y más	36001 a 72000	hasta 36000	
86.5 grs.	68.4 grs.	35.0 grs.	189.9 Kg
Pobl. 21.8%	33.5 %	44.5%	33.2grs

Las clases con mayores ingresos y de acuerdo a los resultados con menor porcentaje de población son las que mayor cantidad de carne consume y a la vez son las que prefieren la carne de mejor calidad. Todo lo contrario sucede con la clase de menores ingresos constituída por la mayor parte de la población quienes consumen menor cantidad de carne y sin seleccionar calidad.

Tomando en cuenta la previsión de la producción de la carne debe ser considerado el mejoramiento en cuanto a condiciones de gusto y preferencias lo que hará que la clase consumidora demande en mayor cantidad lo que en la actualidad requiere únicamente la clase de elevados ingresos.

2.3.4 PROYECCION DE LA DEMANDA

La proyección de la demanda se ha efectuado en base a la elaboración de dos cuadros comparativos fundamentales:

El cuadro 2.6 relaciona la proyección de demanda con la ración alimenticia básica a ser consumida por la población establecida por el Instituto Nacional de Nutrición.

El cuadro 2.7 analiza la proyección de la demanda relacionando el actual nivel de ingreso y consumo, así como también los incrementos respectivos durante el período de estudio:

CUADRO 2.6

Proyección de la demanda en relación a la ración alimenticia básica.

AÑOS	POBL. URB.	CONSUMO GLOB. Kg.	CONSUMO ANUAL P/C Kg.
1972	551.022	6'586.672	11.95
1973	573.614	7'591.864	13.24
1974	597.133	8'750.458	14.65
1975	621.615	10'085.865	16.23
1976	647.101	11'625.069	17.96
1977	673.632	13'399.171	19.89
1978	701.251	15'444.019	22.02
1979	730.003	17'800.930	24.38
1980	759.933	20'518.191	27.00

Fuente: Oficina de los Censos Nacionales
Empresa Municipal de Rastro
I.N.N.

CUADRO 2.7

PROYECCION DE LA DEMANDA SEGUN EL NIVEL DE INGRESOS

AÑOS	POBL. URB.	INGR. P/C	ANUAL DEL INGR.	CONS. GLO.KG.	CONS . P/C Kg.
1972	551.022	3.790		6'586.672	11.95
			397		
1973	573.614	4.187		7'477.190	13.04
			570		
1974	587.133	4.757		8'699.711	14.57
			263		
1975	621.615	5.020		9'487.635	15.26
			262		
1976	647.101	2.282		10'340.868	15.98
			292		
1977	673.632	5.574		11'271.346	16.73
			307		
1978	701.251	5.881		12'285.985	17.52
			325		
1979	730.003	6.206		13'391.724	18.34
			342		
1980	759.933	6.508		14 '596.974	19.21

Fuente: Oficina de los Censos Nacionales
Memorias del Banco Central
Empresa Municipal de Rastro

Estudio de las perspectivas del Desarrollo para Sud América.

Tasa de crecimiento de $y = P/C = 12.44\%$

CONSUMO ANUAL DE CARNE

NIVEL ANUAL DE INGRESOS EN s/.	Nº DE FAMILIAS ENCUESTADAS	RES CANTIDAD CONSUMIDA Kgs.	%	CERDO CANTIDAD CONSUMIDA Kgs.	%	AVE CANTIDAD CONSUMIDA Kgs.	%	TOTAL CANT. CONS. Kgs.	%
Nivel A más de s/.72.000	280	44.454.00	89.73	4.254.00	8.58	835.20	1.69	49.543.20	27.72
Nivel B s/.36.001 - s/.72.000	430	64.581.60	90.24	6.218.40	8.69	763.20	1.07	71.563.60	40.04
Nivel C s/. 1 - S/.32.000	570	51.381.60	89.15	5.618.40	9.75	633.60	1.10	57.633.60	32.24
TOTAL	1.280	160.417.20	89.75	16.090.80	9.00	2.232.00	1.25	178.740.40	100.00

FUENTE: JUNTA NACIONAL DE PLANIFICACION

2.3.4.a LIMITACIONES PARA EL ESTUDIO

Fueron necesarias ciertas limitaciones para efectuar el cálculo de la proyección de la demanda especialmente por cuanto no se pudo obtener la información completa a más de existir una carencia absoluta de series estadísticas en la Empresa Municipal de Rastro que es la encargada de llevar los registros anuales del volumen de carne faenada. Otro factor limitante constituye el problema que surge para poder llevar a cabo una encuesta de presupuesto familiar así como también la dificultad para calcular el porcentaje de carne faenada clandestinamente al igual que la falta de control estadístico sobre el ingreso de carne faenada en otras provincias.

2.3.4.b METODOLOGIA EMPLEADA

Con los antecedentes señalados se partió de ciertas hipótesis de trabajo basada en investigaciones realizadas por varias instrucciones públicas.

A) Proyección de la Demanda en relación a la ración alimenticia básica.

POBLACION.- La proyección de la población para el Cantón Quito fue determinada en el capítulo de Consumo Anual de carne bovina en la ciudad de Quito.

CONSUMO GLOBAL.- La proyección de consumo hasta el año 1980 se realizó en base al promedio del volumen total de carne faenada y foránea, en el período 1970 - 71-72, que

son los años en los que la Empresa Municipal de Rastro - cierta normalización en sus registros. También se asumió que todo lo que se faena se consume.

La tasa de crecimiento del consumo se calculó utilizando la fórmula de interés compuesto:

$$M = C (1 + i)^n$$

Donde: M = volúmen básico de carne a consumirse en el - año 1980
C = volúmen real de consumo en el año 1972
n = período en el que se completa la ración básica con incremento de consumo (8 años)
i = tasa de crecimiento del consumo

Con las cifras obtenidas en el cuadro 2.4

$$20'518.191 = 6.586.672 \ (1 + i)^8$$

$$(1 + i)^8 \qquad 3.1151$$

$$i = 15.2614$$

b) Proyección de la demanda según el nivel de ingreso.

Los datos relacionados con la población urbana para el período 1972 - 1980 y el consumo global para el año 1972 se los analizó en el capítulo correspondiente a la proyección de la demanda en relación a la - ración alimenticia básica.

Ingresos.- Estos datos se obtuvieron de las Memorias del Banco Central considerando que el ingreso percápita nacional es igual al de Quito. Esta consideración se refleja en el hecho de que las proyecciones obtenidas están aún subestimadas, por lo que se puede concluir que el consumo sea aún mayor, a pesar de que el ingreso para Quito no esté estratificado de acuerdo a sus diferentes niveles.

Los datos del ingreso P/C nacional correspondiente a los años 1970 - 73 son reales y la proyección realizada para el año 1980 se la hizo con una tasa de crecimiento del 9% que es la indicada en el Plan Integral de Transformación y Desarrollo.

Con estos antecedentes se proyectó el ingreso percápita (P/C) para los años 1974 - 80.

2.3.4.c CALCULO DE LA TASA DE INCREMENTO DE LA DEMANDA

Se utilizó la fórmula:

$D = P + (\quad i)\ (Ri)$; donde:

D = tasa de incremento de la demanda futura
P = tasa de aumento de la población
i = elasticidad ingreso de la demanda
Ri = tasa del aumento del ingreso disponible

La tasa de aumento de la población se la calculó anteriormente y es de 4.1%.

La elasticidad ingreso de la demanda es de 0.90 dato este

obtenido de los cálculos efectuados por la FAO en el Capítulo de la Demanda Interna para el consumo humano del 'Estudio de las Perspectivas del Desarrollo Agropecuario para Sud América'.

La tasa de crecimiento del Y P/C corresponde a las siguientes cifras:

Y P/C - Ingreso Percápita

Años	Tasa Y P/C
1972	1.104
1973	1.136
1974	1.055 en adelante

Es decir:

D_1 - 4.1 - (0.90) 10.47 - 13.52 Años 1972 - 73
D_2 - 4.1 - (0.90) 13.61 - 16.35 Años 1973 - 74
D_3 - 4.1 - (0.90) 5.50 - 9.05 Años 1974 - 80

2.3.4.d ANALISIS DE LA PROYECCION

a) Tomando en cuenta como base el promedio del consumo del período 1970 - 72 los índices de consumo P6C para 1972 en las proyecciones A y B alcanzan a 11.95 Kg. lo que demuestra el bajo consumo de carne de la población urbana.

b) Como la tasa de crecimiento de la población es de 4.1% para cubrir los niveles nutritivos establecidos por el Instituto Nacional de Nutrición, el consumo deberá incrementarse con una tasa equivalente al 15.3%, ya calculada.

c) En esta forma al final del período 1972 - 80 y con la población urbana estimada en 759.933 hbs. el consumo sería de 20'518.191 Kg. de carne, lo que da un consumo P/C de 27 Kgs. anuales que es la recomendación alimenticia mínima del I.N.N.

d) Analizando la proyección de la demanda según el nivel de ingresos, se deduce que la tasa de crecimiento de consumo es de 9.05%, el mismo que comparado con el crecimiento del nivel de ingreso en el período 1972 - 80 no lograría cubrir la ración mínima establecida por el I.N.N., ya que se obtiene un consumo P/C de 19.21 Kg. anuales por cada uno de los - 759.933 hbs. y un consumo de 14'598.312.9 Kg de carne, lo que constituye el 71.14% del total recomendado.

e) La población actual (597.133 hbs.) debería consumir 16'122.591 Kg para satisfacer la dieta alimenticia básica de 27 Kg. P/C.

De acuerdo al análisis de la demanda - nivel de ingreso, el consumo es de 8'699.711 Kg. de carne bovina durante el año 1974 y un consumo P/C de 14.6 Kg.

Comparando los volúmenes de carne, se observa un déficet de 7'422.880 Kg. de carne equivalente al - - 46.04% y 12.43 Kg. de carne P/C mínimos.

f) Esta es la razón por la cual será necesario aplicar

una serie de medidas de diversas naturaleza que deberán ser diseñadas para satisfacer la demanda en - - 1980. Estas acciones se las puntualiza en el capitulo de conclusiones y recomendaciones.

2.3.4.e ANALISIS DE LA OFERTA

Se consideran básicamente tres aspectos:

i) Producción nacional
ii) Fuentes de abastecimiento
iii) Número de animales faenados en los mataderos de Quito.

Producción Nacional.- De acuerdo al Censo Agropecuario de 1968 que hace relación a la producción bovina a nivel provincial, están incluídas también las provincias que abastecen de ganado bovino para faenamiento en los Camales de - Quito. De este análisis se deduce que:

a) La mayor cantidad de ganado concentrado en la sierra se ubica en las provincias de Pichincha, Loja, Azuay, Cañar, Cotopaxi y Chimborazo con un 68% de la producción total en lo que a la Sierra se refiere; en la - Costa Manabí, Guayas y Esmeraldas con 83% del total de bovinos para esta región.

b) Consideradas las dos regiones Sierra y Costa, alcanzan el 99% del total de vacunos en el país correspondientes a 2'393.316 animales ubicados en 233.213 fincas, esto equivale al 34% del total de explotaciones agropecuarias del país.

c) La producción de ganado bovino se ha concentrado en las regiones donde hay mayor consumo, existiendo además zonas donde se pueden mejorar las condiciones de producción de ganado con el fin de abastecer la demanda interna.

d) Los animales vendidos para su faenamiento constituyen un bajo porcentaje comparado con las existencias

e) De igual manera comparando las existencias de ganado vacuno, el porcentaje de animales faenados es bajo, lo que incide directamente en el poco consumo de carne.

CUADRO 2.8 (Hoja que sigue a continuación)

2.4 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Del análisis del cuadro 2.9 que corresponde al origen y movilización de ganado bovino para ser faenado en los camales de Quito durante el año de 1973 se han obtenido las siguientes conclusiones:

a) El total de animales que ingresaron de las provincias a los camales de Quito corresponde a 27.958.

b) Las principales provincias de abastecimiento de carne se han constituido Carchi, Imbabura, Pichincha, y Cotopaxi con 25953 reses que equivalen al 93% del total de abastecimiento.

CUADRO 2.8

ANALISIS DE PRODUCCION BOVINA EN PROVINCIAS

(REF. 1)

Provincia	Nº Explotaciones	Existencia Bovinos	Nº Cabezas producidas por explotación	Animales vendidos	% Ventas Existente	%Sacrificios Existencia
SIERRA						
Carchi	6.518	1'283.578	12	19.888	25	2
Imbabura	155.272	93.817	6	4.675	5	i
Pichincha	14.471	2024.9.891	19	29.141	12	0.3
Cotopaxi	22.131	132.886	6	10.100	8	i
Tungurahua	15.375	52.337	3	626	1	0
Chimborazo	25.112	105.152	4	1.980	2	i
Bolívar	10.886	59.195	5	2.524	4	0.3
Cañar	18.560	138.803	7	6.166	4	0
Azuay	32.415	156.564	5	4.240	3	i
Loja	22.421	199.653	9	8.416	4	6
Total	183.169	1'265.876	76	87.756	77	0.3
COSTA						
Esmeraldas	2.919	136.606	47	18.438	14	0.1
Manabí	19.089	406.387	21	39.960	10	0.4
Los Ríos	6.403	109.382	17	6.763	6	i
Guayas	11.677	303.111	26	25.941	9	0.2
El Oro	3.336	66.519	20	7.306	11	i
Total	43.424	1'022.005	151	98.408	10	0.3
ORIENTE						
Napo	999	17.533	18	1.954	11	0.8
Santiago-Morona	2.573	40.750	16	1.955	5	2
Zamora-Chinchipe	1.925	27.198	14	1.220	4	i
Pastaza	940	13.146	14	1.655	13	i
Total	6.437	98.627	62	6.784	7	-
Galápagos	189	6.808	36	552	8	i

i = Dato insignificante

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

CUADRO 2.9

IGEN Y MOVILIZACION DE GANADO BOVINO PARA SU FAENAMIENTO EN LOS CANALES DE QUITO

OVINCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
rchi	0	0	0	1478	1040	1044	1140	567	652	1013	1427	1487	1064
babura	477	1031	1296	7	487	25	437	429	602	566	633	746	673
chincha	106	214	191	547	482	511	994	662	1.394	344	246	484	617
topaxi	143	276	357	11	110	20	327	220	240	125	340	263	243
ímborazo	0	0	0	110	20	0	0	0	0	0	0	0	13
meraldas	0	0	45	36	0	0	33	62	154	0	47	319	6
po	0	0	0	36	77	50	30	0	28	26	0	0	2
rona Santiago	175	154	0	0	0	0	355	0	117	0	0	0	8
s Ríos	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ngurahua	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
staza	0	10	17	0	0	0	0	0	0	0	9	0	3
nabí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	4
TAL	943	1685	1906	2235	3016	1650	3316	1940	3.187	2123	2696	3299	279

NTE: Datos registrados por la Dirección de Ganadería (1.973)

c) Los meses en que se registra un mayor ingreso de ganado al camal son: Julio, Septiembre y Diciembre - con un promedio mensual de 2966 reses, al contrario se nota una disminución de ingreso de animales en - Enero, Febrero, Marzo, Junio y Agosto con un promedio mensual de 1624 reses, o sea la oferta es el - 50% de las reses en las que se registran un mayor - ingreso de animales.

Estas fluctuaciones podrían considerarse como resultado de los habitantes de consumo de la población, sobre todo en lo que respecta con la demanda de carácter nacional, por lo que aparece la demanda en - determinados meses por la concentración masiva de gente en la ciudad.

d) Debido a la infraestructura existente en el transporte, la movilización de ganado hacia Quito se ha realizado en mayor porcentaje de las provincias de Carchi, Imbabura y Cotopaxi.

e) Es de notarse que en muchas provincias se consume - todo lo que se produce, no existiendo excedentes para comercializarlo con otras provincias.

f) Existen varios factores que pueden afectar la provisión de ganado de carne en el futuro para cada provincia, sobre todo la carne que sale en forma de - contrabando hacia Colombia y Perú.

2.4.1 NUMERO DE ANIMALES FAENADOS EN LOS CAMALES DE QUITO

De los registros de ingreso de ganado para el faenamiento en la Empresa Municipal de Rastro durante los años 1970-74 (datos que fueron posible conseguir), se elaboró el siguiente cuadro, relacionado el faenamiento con la población urbana de Quito. (Cuadro 2.10)

CUADRO 2.10

Registro anual de habitantes en el sector urbano y número de animales faenados en los mataderos de Quito.

AÑOS	POB. URB.	Nº ANIM. FAE.	INCREMENTO POBLACION	ANIM. FAE.
1970	503.473	30.144		
1971	524.320	42.446	20.847	12.302
1972	551.022	40.227	21.702	2.169
1973	573.614	30.167	222.542	10.114
1974	597.183	30.105	23.519	62

Fuente: Empresa Municipal de Rastro.

CUADRO 2.10

Registro anual de habitantes en el sector urbano y numero de animales faenados en los mataderos de Quito.-

AÑOS	POB. URB.	Nº ANIM. FAE.	INCREMENTOS POBLACION	ANIMALES FAENAD.
1970	508473	30144		
			20847	12302
1971	524320	42446		
			21702	-2169
1972	551022	40227		
			22542	-10114
1973	573614	30167		
			23519	-62
1974	597133	30105		

FUENTE: Empresa Municipal de Rastro.

De los datos de registro anual habitantes-animales faenados, concluimos que:

1.- El incremento anual de la población no marcha acorde con la oferta total de carne relacionandolos con los faenados anuales.

2.- Solamente en los años 1970-71 hay un incresento de numero de animales faenados, mientras que en los subsiguientes años disminuye considerablemente.

Esta disminucion es mas acentuada en el año 1973. Si se observa el año 1974 hay un menor faenamiento de bovinos, pero en - cambio en la cantidad de Kg. de carne es superior en más de - 1'000.000 de Kg.

Incluido en el análisis de la oferta es necesario recalcar que el decremento en la produccion de carne es consecuencia de la baja calidad de ganado que ingresa para el faenamiento en la - ciudad de Quito. Con relación a este aspecto de la produccion de carne hay un comentario en el estudio de "Posibilidades del Ganado de Carne en el Ecuador" de Raúl Paz y Miño."

" El 80% de las reses que se sacrifican en el matadero municipal de Quito son animales comprendidos entre 6 y 14 años, del simple analisis de estos datos se deduce que se trata de ejemplares como son bueyes de arado viejos y musculosos y vacas - criollas de pésima calidad con una baja tasa de produccion, - estos animales son introducidos al canal para ser faenados, como ultimo recurso, es decir, cuando dejan de prestar algún servicio o beneficio a sus propietarios, a esto debe añadirse el alto porcentaje de animales enfermos que provienen de diferentes haciendas los cuales a pesar de los precios reducidos con que son comercializados siempre dejan un margen de ganancia para los comerciantes ".

El porcentaje de animales faenados luego de un proceso adecuado de alimentacion y engorde con la finalidad de obtener precios de venta de aceptable rendimiento economico. Como hay total carencia de un programa de produccion para el consumo de - carne, es esta la razon por la que el producto llega al consu-

nidor constituido en un elevado porcentaje de sobrantes o deshechos de poco valor nutritivo.

Como consecuencia de esta situación, en los últimos meses están ejecutándose programas de repoblación ganadera de carne mediante la importación de raza pura Cebú - Brahman y Brava Swiss para - ser distribuido en diversas regiones del país, mejorando así los datos existentes a la vez que beneficiaría al sector ganadero y al consumidor.

2.5 ESTRUCTURA DE LOS PRECIOS EN EL MERCADO DE QUITO.-

El aumento de la demanda y el consumo relativo ante la oferta de la carne debe ser considerada y analizada a través de la evolución de los precios en los últimos años.

Es bastante significativa el alza progresiva y continua que han venido experimentando los precios de la carne como consecuencia del desarrollo general del país.

Considerando que la mayor parte de la población consumidora tiene bajos ingresos, los precios a nivel minorista representan un factor limitante para el consumo. Esto tiene confirmación si se analiza el cuadro de precios de carne por clase y promedio de los - años 1969 - 1974.

CUADRO 2.11

PRECIO DE LA CARNE DE RES PARA LA CIUDAD DE QUITO.

(Promedio por libra)

CUADRO 2.11.-

AÑOS	CON HUESO	SIN HUESO	PROMEDIO	% INCREMENTO
1969	$ 6.966	$ 9.55	$ 8.26	
1970	7.14	9.37	8.26	
1971	7.53	10.26	8.78	6.30
1972	7.91	11.62	9.77	11.28
1973	8.63	13.22	10.93	11.87
1974	10.05	16.54	13.30	21.68

Los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadistica,corresponden a los precios mensuales de los años 1969-1974. Estos resultados son promedio de la venta al consumidor,precios que al momento de hacer este estudio regían en los mercados de San Roque,Santa Clara,Central y del Canal. Del cuadro 2.11, se deduce que para los años 1969-70,los precios permanecen invariables, éstos cambian desde 1971 con un 6.30 % en relación con los del 70, el aumento más significativo corresponde al período 1973-74,con un porcentaje de 30.83 con respecto a 1970.

El aumento desproporcionado del precio de la carne tiene relación con el p progresivo incremento del precio de los otros productos alimenticios,como consecuencia del proceso de inflación que sufre el país,tambien ha influído en el alza de los precios el incremento demográfico y el consecuente aumento de la demanda ante una oferta limitada por la baja producción y rendimiento del ganado,fuga del ganado a los países vecinos por mejores precios, a más de una deficiencia en los sistemas de mercadeo.

2.6 CANALES DE COMERCIALIZACION.-

Es la serie de etapas sucesivas que facilitan el paso de las mercancías desde las zonas de producción hasta los centros de

consumo.

Existen cuatro sistemas para la venta e introduccion del ganado bovino hasta el matadero y la distribucion de la carne al consumidor.

Primer Caso.- Los productores especialmente en los pequeños - centros venden el ganado directamente a los minoristas, quienes lo introducen al matadero lo sacrifican y venden luego la carne a los consumidores en los lugares de expendio que a veces resultan ser propiedad del mismo minorista. (Anexo A.1 Fig. 1).

Segundo Caso.- Los introductores llevan el ganado directamente al matadero controlando ellos mismos el peso de la carne, - a continuacion la venden a los minoristas quienes a su vez la distribuyen a los consumidores en establecimientos o lugares - destinados al efecto. (Anexo 1. Fig. 2).

Tercer Caso.- Los productores estipulan un contrato con un mayorista, por un determinado numero de cabezas de ganado sin hacer diferencias de calidad, el lote puede comprender, vacas, - toros, toretes, bueyes, etc. el precio se lo calcula en conjunto.

El comprador retira el ganado de acuerdo a las necesidades pero siempre dentro del tiempo limite fijado (puede ser 1 año) - al momento del contrato.

Según el tipo de contrado estipulado con el ganado esta mayorista puede determinar el abastecimiento del mercado abasteciéndose de introducir el ganado (que puede ser dejado donde el productor sin mayores gastos) o introduciéndolo cuando hay escasés y en consecuencia el precios se eleva. Este tipo de contrato asegura al productor el contar con dinero líquido que de otra manera no tendría. Esta es la razón por la cual el productor no tiene incentivos para majorar su producción, mientras que el mayorista quien tiene gran cantidad de ganado influye en la variación de los precios de la venta de la carne mientras su precio de adquisición permanece estable. (Anexo A.2 Fig. 1).

Cuarto Caso.- El comprador mayorista compra el ganado mediante un empleado quién recoge el ganado para abastecer al mayorista quién se encarga del transporte del ganado desde los centros de adquisición hasta el matadero para entregar a uno o varios mayoristas. Estos a su vez, lo ceden a los introductores quienes no siempre hacen sacrificar el ganado recibido sino que lo adquieren y lo venden según necesidades reteniéndolos en el patio del matador o en terrenos de propiedad privada. (Anexo A2 Fig. 2).

2.7 PRINCIPALES FUNCIONES DE COMERCIALIZACION.-

Funciones de comercialización son cada una de aquellas operaciones especializadas que se realizan en la rama de distribución de bienes y servicios. Una de esas transacciones pueden ser repetidas varias veces a lo largo de un proceso y efectuada por el productor, los intermediarios o el propio consumidor.

Refiriendose a la comercializacion de ganado bovino estas funciones se han clasificado en:

1.- compra del producto
2.- transporte
3.- financiamiento
4.- procesamiento, clasificación, fraccionamiento, distribucion y venta.

1.- Compra del producto.- La compra del ganado se lo hace generalmente a nivel de finca lo que causa un notable perjuicio al productor ya que al efectuarse la transaccion - prevalece el criterio del intermediario para fijar los - precios de compra.

Al efectuarse la compra del ganado debe considerarse el - peso vivo del animal para lo cual se debe disponer de una báscula y así determinar el peso exacto, pero esta facilidad solo disponen las grandes haciendas, no así las fincas en que la compra se realiza al 'ojo' sin criterio técnico, para apreciar calidad, raza y sexo del animal, dependiendo la estimación del precio de la oferta y demanda del mercado.

La compra-venta al 'ojo' consiste en proponer un precio - por parte del productor y discutir hasta llegar a un acuerdo en el precio.

2.- Transporte.- Es una de las funciones básicas dentro del- proceso de comercialización del ganado, el abastecimiento

normal y permanente de carne al mercado depende del transporte.

El transporte de la carne ya faenada o del ganado bovino es - realizado por intermediarios particulares o bien por parte del Canal Municipal. Por la importancia de esta función se ha dividido para su análisis en dos partes:

a) Transporte desde el lugar de procedencia del animal hasta el sitio de faenamiento y,
b) Transporte desde el Canal hasta el lugar de venta
c) Transporte desde el lugar de procedencia del animal hasta el sitio de faenamiento.

La movilización del ganado bovino hacia el mercado de Quito se realiza principalmente de las provincias del centro y norte de la sierra, del norte de la costa y de todas las provincias del Oriente.

El sistema de transporte de ganado varia de region a región - predominando el transporte por tierra, por lo general la primera fase de transporte lo hacen a pie hasta los sitios de concentración como las ferias por lo general y de allí en camiones hasta el sitio de faenamiento. En el norte de la sierra también se utiliza la vía férrea Ibarra-Quito.

Del oriente el ganado sale a pie buena parte del recorrido y - luego utilizan camiones, es frecuente el uso de una especie de calzo de cuero para cubrir las extremidades de los animales evitando sufran heridas por el mal estado de los caminos de herradura. Para el transporte desde la costa se utilizan los - mismos medios que en la Sierra.

De algunas ciudades del oriente como Macas, Súa, etc., la carne es enviada por vía aérea a Quito.

Costo del Transporte.- Los costos de transporte varían de acuerdo al medio utilizado de la capacidad del vehículo y recorrido a efectuarse, sucede también que en muchos casos que la persona que hace de introductor realiza también la función de - transportador.

CUADRO 2.12

COSTO DEL TRANSPORTE DE GANADO DESDE ALGUNAS PROVINCIAS AL CANAL DE QUITO (En Sucres).*

PROVINCIAS	BOVINOS	OVINOS	PORCINOS
Prov. del Carchi en Camión a pie	166	100	100
Prov. de Imbabura en camión a - pie en Ferroc.	166	100	100
Prov. de Pichincha en camión a pie en Ferroc.	130	70	70
Prov. de - Cotopaxi en camión a pie	166	100	100
Prov. de - Tungurahua - en camión a pie	166	100	100

* El costo del transporte se ha deducido del alquiler de un - vehículo con capacidad para 15 bovinos o 25 ovinos o porcinos, con un costo total de s/.2.500.

Como consecuencia de las condiciones en que el ganado es transportado al sitio de faenamiento tiene una pérdida de peso vivo entre 15 y 60 lbs., lo que representa un promedio del 10% del peso total para bovinos, para obinos de 2 a 6 y 7 lbs. y en los porcinos no se detecta mayor pérdida de peso. Cuadro 2.12.

De los registros de la Dirección de Ganadería sobre origen y movilización de ganado bovino para faenamiento en la ciudad de Quito se obtuvieron los siguientes datos para el año de 1973 y para el primer semestre de 1974: Cuadro 2.13.

1973

ORIGEN	N- Cabeza	Porcentaje
Costa	736	2.6
Sierra	26221	93.5
Oriente	1084	3.4
T. Anual	28041	100.0

El costo del transporte de una unidad bovina por las circunstancias anotadas anteriormente, se han fijado en s/.130 obtenido del promedio del costo de los distintos medios de transporte utilizados y considerando la distancia a cubrirse desde el lugar de procedencia hasta los Camales de Quito.

CUADRO 2.13. 1 Primer semestre 1974

ORIGEN	Nº Cabezas	Porcentaje
Costa	774	3.8
Sierra	19189	94.3
Oriente	336	1.7
T. Anual	20299	100.0

CUADRO 2.13.2

		Porcentaje
Total Anual (1973)	28.041	100
Total Semest. (1974)	20.299	72.3
Diferencia	7.742	27.7

Observando los cuadros concluimos que:

No obstante sólo considerar en 1974 el primer semestre, el número de cabezas de ganado movilizadas hacia el Camal de Quito, se observa un incremento notable de la movilización con respecto a la del año anterior. La mayor parte del ganado se introduce de la Sierra en más o menos el 90%, en menor cantidad proviene de la Costa y del Oriente.

No existe un adecuado control sobre la procedencia del ganado, ya que los permisos de movilización recaudados en el Camal Municipal, son enviados inmediatamente a la Dirección de Salud - Pecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería, sin que se tenga constancia del lugar de procedencia de ganado, no pudiendo precisarse su número.

2.8 TRANSPORTE DEL CAMAL A LOS LUGARES DE VENTA

En el Capítulo V de la Ordenanza 903 de creación de la Empresa Municipal de Rastro, hace referencia al servicio de transporte y entrega de carne e indica lo siguiente:

Art. 43.- La Empresa mantendrá el servicio de carnes desde el matadero hasta las tercenas mediante el uso de carros adecuados para tal objeto. Por lo tanto queda definitivamente prohibido el que personas particulares puedan realizar esta actividad.

Art. 44.- Las tercenistas tendrá que abonar las siguientes - cantidades por el traslado del ganado desde el matadero hasta las tercenas, los precios fijados no tienen que ver en lo absoluto con el recorrido realizado, los precios son:

Por un bovino s/. 3,oo
Por un ovino s/. 0,50
Por un porcino s/.1,30

Con este propósito la Empresa de Rastro cuenta con unidades móviles que a más de ser insuficientes, no reunen las condiciones higiénicas ni las instalaciones necesarias para el transporte de la carne. Con la instalación del Canal Frigorífico se superará este problema por cuanto se ha previsto dotas de camiones frigoríficos para garantizar la calidad del producto a consumirse.

En cada centro de consumo se instalará un depósito frigorífico para recibir las carnes; el tamaño del depósito frigorífico será de acuerdo a la población y al consumo.

La cadena de transporte de carne refrigerada tiene tres razones principales:

a) Proveer a los centros menores y a los pueblos cercanos al matadero;

b) Compensar cualquier diferencia eventual en la producción de uno u otro frigorífico;

c) Produciendo el Canal carne de acuerdo a la población ganadera de las zonas cercanas, el transporte de la carne de varias especies debe hacerse de una zona a otra para satisfacer la demanda.

2.9 FINANCIAMIENTO

Cada una de las fases de comercialización para cumplir con su función requieren de su financiamiento. En todo el país los productores y comerciantes de ganado bovino no cuentan con los medios económicos necesarios para mejorar e incrementar la producción al igual que la comercialización, aunque en la actualidad se está llevando a cabo un relativo impulso a la concesión de créditos para el mejoramiento de las explotaciones ganaderas, sanidad, cría y manejo del ganado, mecanización, etc. Pero este programa no llega a todos los productores ganaderos.

La principal fuente de créditos constituye el Banco Nacional de Fomento, el mismo que opera a través de cuatro divisiones de crédito:

Crédito Bancario, Crédito de Capacitación, Crédito Comercial y Crédito Especial. Es mediante el Crédito Bancario que se concede préstamos para realizar programas específicos de fomento pecuario y mediante el Crédito Comercial que se financia la comercialización de estos productos.

Ciertos Bancos privados también conceden préstamos con ciertas restricciones, lo que dificulta la operación.

La fase comercial es la que pocos beneficios recibe de los créditos otorgados por entidades oficiales, la mayor parte del volumen de créditos concedidos son para el sector productor. El Banco Nacional de Fomento por medio del Crédito Comercial permiten financiar la comercialización de productos agrícolas, ganaderos, pesca, industria y artesanía, pero sólo a los que mantienen sus depósitos en dicho Banco.

Por la falta de estadísticas no se ha podido cuantificar el volumen de créditos concedidos por entidades públicas como también privadas para financiar la comercialización y explotación de productos ganaderos.

También se ha detectado que el introductor de ganado es quién hace préstamos al productor y a los agentes compradores de ganado cobrando intereses altísimos, pero tampoco se han obtenido cifras exactas por el hermetismo y falta de confiabilidad en los datos proporcionados por los introductores.

Refiriéndose concretamente a la instalación del Matadero Frigorífico de Quito, el Municipio cuenta con un préstamo del B.I.D. para la financiación de esta obra, lo que le permitirá adquirir todo el equipo y auxiliares necesarios para que este matadero frigorífico sea una realidad lo más pronto posible.

2.10 PROCESAMIENTO, CLASIFICACION, FRACCIONAMIENTO, DISTRIBUCION Y VENTA.

El procesamiento de la carne hasta que llega al consumidor será expuesto en el Capítulo XII con el título "DESCRIPCION DEL PROCESO".

Clasificación.- Por el sistema que se aplica en el Canal de dar igual precio a toda carne, no se podría hablar de cortes ni de precios, ni de clase de carne. En consecuencia no hay preferencia de secciones.

Sin embargo, en la sala de venta del Canal de Quito se hace una clasificación de los canales por parte del empleado de la

Empresa, pero no puede intervenir directamente la preferencia del comprador, por cuanto, las carnes son signadas por parte de la misma Empresa previo el "sorteo" correspondiente.

De esta clasificación resultan los precios básicos fijados para los dos tipos de carne establecidos, carne con hueso y carne - sin hueso.

Dentro de la carne sin hueso se incluyen a las carnes denominadas especial, primera, segunda y tercera categorías, como se - observa en el Cuadro 2.14.

Cortes	Calidad
Lomo fino	especial
Lomo de afuera y alto	1era.
pierna (pulpa, bistec y parte superior	1era.
Cadera (sin hueso)	1era.
Cadera (con hueso)	2da.
bistec de paleta y brazo	2da.
hombro enrollado	2da.
filete de hombro	2da.
Restante	3era.
Viscera	3era.

Deberán además fijarse los precios de las vísceras cuyo comercio se efectua hoy en día en forma anárquica. El cerebro, la lengua, el hígado, los riñones, los estómagos, los intestinos,

la sangre, son vendidos por los transportadores de los camales quienes reciben estos productos como parte de pago por su trabajo.

El valor de las pieles se aumentará de acuerdo al sistema propuesto de descuello.

En caso de un alza general de precios se aumentarán los precios únicamente en las partes escogidas y que están al alcance del público y que tienen mayores posibilidades financieras, y en menor grado las de consumo popular. Además la recuperación de ciertas partes permitirá cubrir en parte los elevados gastos - que se encontrarán en el nuevo matadero.

Distribución y Venta.- Para efectuar la distribución de la carne se considera la utilización de dos tipos de vehículos para ofrecer un transporte adecuado y con las debidas garantías de higiene. El uno debe ser de tipo mediano para el transporte - de las carnes en el interior de la ciudad y los pueblos circunvecinos en razón del tipo de carreteras existentes. El otro - camión frigorífico de tipo grande para el transporte de carne por vías más fáciles, en razón de su tonelaje son adecuados para el transporte de carne de exportación. En ambas clases de vehículos deberá transportarse la carne si está convenientemente refrigerada.

La distribución de la carne para el expendio, se lo hace a través de frigoríficos, supermercados y tercenas debiendo aclarar que algunos frigoríficos tienen igual sistema que los [illegible]

las terceras, las que son clasificadas como de primera o de segunda clase.

En frigoríficos y supermercados se entrega la carne de la llamada especial a un precio de s/.13,oo y s/.14,oo la libra.

El proceso de maduración de las carnes es similar en todos los supermercados, la carne es introducida en cámaras frigoríficas de dos a ocho días cierto grado fijo de temperatura (2-3°C) - con mayor tiempo de conservación se obtiene suavidad y mejor - calidad, de aquí pasan al fraccionamiento donde se realizan diferentes cortes, por lo general en forma mecanizada, corte, empacada, y sellada en fundas de celofán en ocasiones para ciertas carnes se utilizan un ablandador; las fundas con el nombre de la pieza, el peso, y el precio son exibidas en mostradores frigoríficos; hasta su adquisición por el grupo consumidor.

Los nombres de sus cortes y sus respectivos precios constan en el Anexo adjunto.

2.11 CAPACIDAD DE PRODUCCION DEL MATADERO

De la producción de la demanda resumida en el cuadro 2.6 tenemos que para el año 1980 cumpliendo con la ración mínima, básica del INEN, el canal Frigorífico debe tener una capacidad de - procesamiento de la carne de 20.518. 191Kgs., lo que reducido a toneladas métricas nos dá la misma cantidad anterior de - - 20.518.191 T para abastecer a 753.933hbs. que para esa entonces tendrá la ciudad de Quito carne procesada diariamente será la que se someta al proceso de refrigeración y conservación.

ANEXO 3

Nombre del Corte	Precio por Libra en Sucres
Delmónico	s/. 27,00
Entrecote	27,00
Sirloín	26,00
Especial	26,00
Flank Special	26,00
Steak Suizo	26,00
Steak minute	26,00
T-bone	26,00
Rib Steak	26,00
Brin rib	26,00
Roast Beef	25,00
Lomo de aguja	26,00
Asado	26,00
Falda dorada	18,00
Short rib	17,00
Estofado	24,00
Lomo fino	28,00
Cola de res	18,00
Pulpas	19,00
Molida	15,80
Molida especial	22,00
Pecho	13,50
Costilla	13,50
Rodajas	13,00
Hueso	7,50
Retazos	8,00
Hueso de camión	4,00
Hueso de perro	4,00
Grasa	5,00
Chatubrian	28,00
Pata	22,00
Lengua	17,00
Patas de res	13,00
Hígado	16,00
Sesos	15,00
Riñones	16,00
Corazón	de 10,00 a 13,00
Panza y librillo	de 10,00 a 15,00
Pulmones	8,00
Criadillas (Org. sexuales)	13,00

NOTA: El % de desperdicios es del 13 al 15% del total de la res.

FUENTE: Supermercado "La Favorita" "Centro Comercial América"

En base a este dato de producción se efectuará el dimensiona - miento de las cámaras frigoríficas. Considerando 240 días laborables de 8 horas diarias la capacidad de almacenamiento de las cámaras frigoríficas deben ser de 85.49 TM./día o lo que - es igual a 188.505,451 lbs. diarias, para un 100% de producción.

2.12 FLEXIBILIDAD DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

Posibilidad de producción, bienes varios, Posibilidad de ampliación, Incidencia sobre el ritmo de matanza propuesto presenta una amplia elasticidad en la capacidad de producción, - mientras mantiene en límites muy reducidos las diferencias de costos de ejercicio, proporcionadas al volumen de trabajo.

Es lógico que el costo total por cada animal sacrificado será más elevado en los mataderos pequeños estos se nota examinando los balances presupuestarios anuales de ejercicio.

Es conveniente recordar que en el matadero la capacidad más económica es la establecida alrededor de las 200 U.B. (unidades bovinas) al día de trabajo que será utilizada al 80%, es decir sacrificando entre 160 y 180 U. B.por día.

La cadena de matanza propuesta para bovinos, puede trabajar a distintos ritmos y proporcionar volúmenes de trabajo variables desde 25 a 60 animales por hora. La velocidad de avance de - los canales sobre los rieles pueden reducirse hasta el 40% sin que la eficiencia de trabajo se resienta, es suficiente reducir - en proporción el número de obreros a lo largo de la cadena.

2.13 PERSONAL

El número de personal necesario para este matadero será como - resulta a continuación:

Personal especializado, clasificado para el matadero:

Veterinarios	5
Cajero	1
Contador	1
Mecanógrafo	3
Total	10

Mano de obra especializada	
Guardianes	2
Frigoristas	2
Electricistas	2
Mecánicos	2
Obrero para subproducto	1
Albañil	2
Obreros de canal	20
Total	31

Mano de obra no especializada	
Ayudante mecánico	1
Ayudante electricista	1
Ayudante frigorista	2
Ayudante obrero de canal	12
Obrero de corral	12
Ayudante planta de subproducto	3
Obrero limpieza tripa y pieles	12
Total	43

Es de interés una vez que funcione el matadero calcular la proporción que habrá entre el número y el costo del personal, la cantidad de carne producida por el matadero.

2.14 JUSTIFICACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

De acuerdo a lo expuesto en la sección 2.12 que trata de la capacidad del matadero, la capacidad del almacenamiento ha sido calculada en base no sólo a las necesidades actuales de la localidad sino también previniendo las posibilidades de crecimiento y desarrollo de la población, constituyéndose el matadero - en fuente de reserva para asegurar el suministro de carne.

Refiriéndose al matadero de Quito su capacidad debe quedar limitada sobre todo con respecto al ganado bovino, porque la zona de Quito no produce ganado de carne en forma suficiente como para cubrir las necesidades de la ciudad. Esta es la razón por la que el matadero debe ser una especie de reservatorio, y también por la que se hace necesaria la "cadena de frío".

El matadero ha sido concebido según criterios modernos de procedimientos en cadena compuestos de elaboración fijos y obreros especializados.

Esta cadena o " líneas de trabajo " si se desarrollan con el auxilio de medios mecánicos, modernos, permitiendo no sólo un - tratamiento de los canales con máximo cuidado de las normas de higiene y al mismo tiempo un fácil control sanitario de las - carnes.

Con la recuperación total de las vísceras, con la recuperación y elaboración de la sangre y las partes decomisadas, con el reducido número de mano de obra y con el mayor desuello, el pre-

cio de la carne, necesariamente se mantendrá en un nivel ventajoso para el consumidor.

Cabe notar que a pesar de los costos elevados de instalación y construcción del matadero, estos podrán ser amortizados en un largo período de años, así mismo es indudable que con el transcurso del tiempo se eleve el nivel de vida y aumente el consumo de carne y en consecuencia la demanda, a pesar de esto el precio de la carne será el que más estable se mantenga, gracias precisamente a la nueva instalación ya que todavía conservará su capacidad de funcionamiento después de 20 años cuando su costo estará casi amortizado.

Es de utilidad considerar algunos datos proporcionados por - - Drieux de cálculos efectuados por estudios franceses comparando los registros de operación de los mataderos con equipo moderno y con equipos viejos, utilizando obreros en cadena.

CUADRO 2.15

Rendimiento en Kg. de carne por m2 de superficie del matadero

Concepto	Bovinos Adultos Kg.	Suinos Kg.	Ovinos Kg.
Matadero con sistema individual (anticuado)	160	180	135
Matadero moderno (trabajo a escuadra)	400	500	300

Fuente: Drieux M.M. Modernisation de Abbattoirs centre de documentation des directeurs des Abbattoirs Lilla.

CUADRO 2.16

Tiempo de procesamiento para la preparación de 100 canales

Concepto	Bovinos	Suinos	Ovinos
Matadero antiguo	65 horas	5 horas	7 1/2 horas
Matadero moderno	5 horas	1 1/2horas	1 hora

Fuente: Ver Cuadro 3.1

El nuevo matadero con sus dimensiones reducidas y mayor rendimiento por metro cuadrado; con la aceleración aplicada al trabajo empleando un menor número de obreros, con la recuperación total de las visceras (cuyo valor debería financiar todos los gastos del faenamiento e inspección de transporte, etc.), se debería mantener el precio de las carnes para el público al mismo nivel promedio, no obstante de ofrecer al público carne preparadas con higiene y controladas por inspectores Sanitarios Especializados.

CAPITULO III

PROYECTO

3.1 Consideraciones Generales.- La población del Ecuador en general está habituada a consumir carne de reciente desposte, por esta razón los mataderos han sido construidos en la inmediaciones y hasta en el interior de la ciudad. Analizados los diversos factores tanto en pro como en contra del sistema administrativo y funcional del actual Camal, el Municipio de Quito, - está empeñado en dotar de un eficiente y moderno Matadero Frigorífico al cantón, para el efecto han decidido ubicar las instalaciones al Sur Oeste de la ciudad en los terrenos de la hacienda Marquesa de Solanda situada en la parroquia de Chillogallo; sitio éste que reune las características necesarias para hacer funcionar el matadero, a más que reune condiciones ambientales propicias, pudiendo así cumplir con su tarea específica de proporcionar un servicio de carácter social de primer-orden a la población.

Para determinar la ubicación del matadero se ha realizado un - detenido estudio considerando las facilidades que presta el sitio, elegido para el normal desenvolvimiento de las actividades del Camal. Entre los aspectos, analizados se han considerado:

a) Aspecto económico en lo que a la adquisición de terrenos - se refiere por cuanto el precio por m2 es mucho más barato que en la ciudad o en los terrenos situados al Norte - de Quito.

b) Facilidad de vías de comunicación, la vía Panamericana -

Sur atravesando la población de Guajaló facilitando el - contacto con los puntos de abastecimientos y por lo tanto de la sierra a donde afluyen vías carrosales que la comunicación con importantes áreas situadas hacia las partes - laterales de la posición geográfica de Quito, así al occidente, con Sto. Domingo de los Colorados área que en el - futuro será un centro ganadero importante, con Baeza y Tena donde las condiciones para desarrollar una exportación de ganado de carne excelentes. En todo caso y hacia el - Norte, Sur y Occidente las vías son de relativa calidad, lo cual, habla en favor de la instalación del Canal Frigorífico en Quito.

c) Agua potable y energía eléctrica.- En el sitio a montarse la planta existe la suficiente cantidad de agua para - satisfacer la demanda del matadero, tampoco existe problema con el suministro de energía eléctrica, pues se cuenta con las facilidades para su instalación ya que a poca distancia existen una subestación de distribución. Además - la planta contará con un grupo termoeléctrico de emergencia.

d) Facilidad para la evacuación de las aguas servidas.- Este aspecto también ha sido tomado en cuenta en base a las facilidades que presta el terreno con declives naturales, para la eliminación de las aguas servidas. Se ha pensado también que las aguas del matadero, convenientemente tratadas podrían ser utilizadas para la irrigación de los terrenos horticolas. En todo caso debería ser construida - una laguna de oxidación para evitar la evacuación de las

aguas contaminadas.

e) Disponibilidad de mano de obra.- En la actualidad no es- problema encontrar mano de obra, porque justamente se vi- ve una difícil situación por la falta de trabajo. Lo que en realidad se puede considerar un problema a nivel nacio nal, es la falta de preparación del elemento humano in-- dispensable para ejecutar las operaciones industriales.

Se ha considerado que este problema no sería imposible de solucionar, pues se podría adiestrar a los mejores trabajadores con los que cuenta el matadero municipal en la actualidad, a fin de que se constituyan en un grupo de personal calificado y especializado en cada una de las actividades introducidas con el nuevo sistema. Menos difícil toso sin es conseguir personal auxiliar para limpieza y - aun del ganado en el interior de los mataderos, de todas maneras es necesario despertar o cultivar el sentido de - responsabilidad en cada individuo, responsabilidad que es- cuanto del personal que labora en todos los camales de - la República.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El Camal frigorífico de Quito tendrá como principales fuentes de abastecimiento las provincias de Carchi e Imbabura, especialmente estas dos provincias por cuanto estan incentivadas por - el mercado colombiano para la crianza de ganado también se proveerá de Chimborazo, Azuay, Loja, y en menor grado de la costa en general. La provincia de Pichincha no está en capacidad de autoabastecerse por cuanto la mayor parte de ganado que posee está dedicado a la producción de leche. Otro inconveniente de -

carne que recibe es la proveniente del Oriente y que es transportada por avion hasta Quito.

El abastecimiento de ganado tanto del Norte como del Sur, se - a visto disminuido considerablemente por la exportacion incontrolada hacia los paises colindantes, siendo en esta parte necesaria la intervencion del gobierno para superar esta emergencia, proponiendo en todo caso la exportacion ya en forma de carne o de reses despostadas, controladas e higienicamente preparadas y transportadas, lo que rendiria un positivo beneficio - para los ganaderos pues los precios que parecerian ser mas bajos, en realidad le significaria igual o mayor utilidad.

Dentro del sistema de abastecimiento existe el problema de los empresarios o contratistas que llevan el ganado bastante estropiado por los largos y fatigosos viajes, lo que significa una perdida de peso del 10%, a mas de lesiones golpes y traumas - que puede sufrir el ganado.

Por esto la tradicional costumbre que una vez despostada la - res, la carne fresca sea puesta a la venta inmediatamente para evitar que se aseque demasiado, se vuelva obscura o adquiera olor a maduracion avanzada que podria ser causa de putrefaccion. Por el mismo motivo y no teniendo refrigeracion la carne disminuye de peso y volumen, influyendo para que proliferen tercenas y lugares de expendio público que generalmente no reunen las - caracteristicas higiénicas y ambientales que garanticen carne de buena calidad para el consumo.

Todos estos problemas en consecuencia de no disponer de frigorificos aptos ni medios de transporte refrigerados para carne.

El matadero frigorifico de la ciudad de Quito está considerado en la clasificacion como del tipo 'A', o sea el sistema de elaboración 'en vertical' (edificios de dos o tres pisos), como - aquellos establecimientos que estarian destinados a producir - más 4.000 toneladas de carne por año.

En la construccion e instalacion del matadero se han tomado en cuenta las necesidades actuales y futuras de Quito en lo que a suministro de carne se refiere, ademas se ha incluido la posibilidad de elaborar carne para la exportación.

3.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS MATADEROS DE TIPO 'A' (EN VERTICAL)

Como se dijo anteriormente estos mataderos son construidos en dos otros pisos. Por tratarse de edificios de tipo semiindustrial se debe tener cuidado de escoger un terreno con notable pendiente (flanco de colina). De no ser posible construir estos tipos de mataderos sobre flanco de colina, la solución pueda ser la construccion de dos tuneles subterraneos para determinar áreas de trabajo de la sala de faenamiento.

Cualquiera que sea la concepción de los mataderos debe estar - sujeta a una perfecta zonizacion, o sea a la separación del establecimiento por su conjunto y de sus partes 'zonas' integrantes que comprendan actividades similares desde el punto de vista higiénico.

Pueden especificarse tres zonas:

a) Zona del ganado.- Reservada al tráfico del ganado a pie.

al ingreso del matadero, a los establos, puestos de sacrificio.

b) Zona cárnica.- Donde se desarrolla el tráfico de las carnes, del personal, del público y de los subproductores. -

c) Zona sanitaria.- Que comprende además del matadero sanitario, tambien todas las instalaciones higiénicas sanitarias.

Es evidente que todos los recorridos, (trayectos) deben reducirse sean estos de ganado, de personal, de carne o subproductores para reducir las causas de posibilidad de contaminacion y para disminuir los costos de construccion y de ejercicio.

Otra recomendacion válida para cualquier tipo de establecimiento es que los vehículos deberan seguir en el interior de los - mataderos, una circulacion rotatoria mientras los animales y las carnes seguirán siempre un recorrido hacia adelante.

A los mataderos tipo 'A' se los puede definir como mataderos - 'mixtos' o 'semi industriales' mas no de 'exportacion' como en el caso del Canal Frigorífico de Quito, pues aunque se considera la posibilidad de exportar carne al matadero, al momento de su instalacion solo abastece la demanda local, y para alcanzar su maxima capacidad se verá precisado a concentrar ganado procedente de otras zonas. La construccion de un cuerpo unico de este complejo: salas de faenamiento y frigoríficos y su superposición a un piso semienterrado o dos tuneles donde se recogerán y tratarán los subproductos es la única solucion para lograr la separacion de los espacios llamados 'puro' e 'impuro'. Con esta disposición se obtiene:

1) Operaciones de trabajo racionales e higiénicas a lo largo de la cadena de bovinos.

2) Evacuación inmediata, por vía vertical, de aquellas partes que antes requerían circulación de carriles (vísceras, órganos, carnes, decomisados), tráfico de personal, lo que aumentaba la contaminación de las carnes.

3) Recolección de la sangre de las tres especies en tanques controlables.

4) Máxima economía de instalación y de funcionamiento.

5) Evitar pérdidas por la mala conservación del producto.

6) Seguridad en el trabajo

7) Continuidad en las etapas de trabajo con ahorro de tiempo.

Las salas de desposte, deberán limitarse a dos: una para bovinos y otra para animales pequeños (porcinos, ovinos, caprinos).

El edificio principal comprende dos partes:

Piso Superior: sala de desposte y frigorífico;
Piso Interior: tripería (única para las tres especies).

Frigorífico: sala para deshuesar y cortar las carnes (si fuese necesario), sala de venta.

Instalación de maquinaria para la elaboración de los subproductos: sangre, órganos y carnes decomisadas, a mas de la central térmica para producción de agua caliente y vapor, compresor para abastecimiento de aire comprimido y central frigorífica.

Sala para recoger pieles y carriles para el transporte de subproductos.

Otros edificios complementarios son:

a) Establos de espera.- para bovinos, ovinos, porcinos, con una capacidad proporcionada prevista para el faenamiento en cada establecimiento, separados en celdas para la clasificación de especies, provistas de abrevaderos comunes y rastrilleras para heno y paja.

El piso debe ser de pavimento antideslizante y con una inclinación para el escurrimiento del líquido, paredes considerablemente abiertas, pero con aberturas protegidas con telas metálicas. Bajo el techo se acondicionan espacios para heno y utensilios.

Los establos deben encontrarse a por lo menos 50mts. de distancia del edificio de faenamiento y en un nivel superior para que los animales al ser sacrificados se movilicen en pendientes de arriba - abajo. Los corredores deben ser protegidos de la luz, a partir del interior de los establos que son mantenidos con poca luz, al mismo tiempo una fuente de luz iluminará el área de matanza desde la parte superior de las salidas de los corredores.

Para los ovinos debe haber al menos dos corredores paralelos con el fin de alimentar rapidamente los puestos de sacrificio y asi no interrumpir el trabajo.

Otra alternativa es prevear un sitio de espera para 8 -10 vacunos antes de entrar al 'killing box' (caja de desposte). En los corredores serán instaladas duchas y piletas (profundidad 15 cms.) para el lavado de los animales.

Al ingresar a los establos deben colocarse dos basculas - en los corredores por donde entraran los animales habrán puestos de retencion para una primera inspección sanitaria.

b) Establos de espera.- Para animales sospechosos (cuarentena).

c) Matadero sanitario.- Anexo a estos establos.

d) Local para depósito, tratamiento y secado de las pieles.

e) Sala de maquinas.- Generatris eléctrica de emergencia, cabina de la central electrica, bombas - para la carga del reservorio de agua - (capacidad 100 m3) y para la descarga de las aguas servidas.

f) Dos casitas para los guardianes (con dos habitaciones en un edificio único).

g) Servicios sociales.- Salas de vestuario para el personal duchas higiénicas, salas de recibo, mesa, cocina.

h) Dirección, oficinas, laboratorio, caja, sala de relaciones comerciales, cabinas telefónicas, salas de sesiones.

i) Habitaciones.- En un cuerpo único, pero con entradas separadas para cada veterinario y personal calificado.

j) Instalación de desagues para aguas servidas

k) Area para la desinfección de vehículos, en el límite de las zonas pura e impura.

3.3 DESCRIPCION DEL PROCESO

Características particulares del sistema propuesto.- Matanza de los bovinos.

El ganado bajando de los establos no debe ver el proceso en el matadero, por lo qué debe haber una pequeña caida antes de la zona de matanza, pero, en línea con el corredor y el killing - box. De la caida para el killing box (1.500 mm/2.400) donde será derribado con la maza o con el pistolete de puntón. El animal es descargado enseguida a un costado del killing box y con una cadena adecuada es amarrado de un miembro posterior y colgado por medio de un tecle eléctrico que lo deposita sobre la riel de sangria. La sangria se practica encima de un area de modo que se pueda recoger la sangre en recipientes o dejarla escurrir en el piso que por el declive lo revierte en un tanque sujetado al piso (tubo de descarga de 4").

A medida que los canales avanzan el mismo obrero que ha subido y desangrado al animal desuella las cabezas, el ayudante en el fondo del área de desangrado, corta la cabeza, la marca, y la limpia y deposita sobre un carro especial para enviarla al puesto de visita, luego es enviada a la triperia, aquí de acuerdo al tipo de trabajo otro obrero podría descollar y cortar las patas anteriores (enviar a la triperia) y ligar el esófago. Esta operación puede efectuarse después de haber descollado la cola y nitel del canal.

Un siguiente obrero que se encuentra sobre una plataforma perfora las dos patas a la altura del tendón de Aquiles, desuella y corta la pata libre y separa la piel de la cola hasta la base.

Otro obrero también sobre una plataforma engancha el miembro posterior libre (introduciendo un gancho en el hueco practicado por el anterior obrero) lo levanta con un tecle fijo y deja libre la cadena del primer miembro que es entonces desollado y cortado.

En este punto los canales son llevados de las rieles de sangría a las de desuelle; un siguiente obrero corta los órganos genitales el hueso púbis y separa el resto, la ubre es también cortada y después de ser inspeccionada va a la triperia. El mismo obrero u otro siguiente colocado sobre una plataforma fija continua el desuelle del cuerpo hasta el ombligo y de la cola (de ésta con un aparato especial).

La operación siguiente es realizada por un obrero ubicado sobre una plataforma hidráulica móvil con mando de pedal, con una sie

rra eléctrica corta el esternón y comienza el desuello ventral. De acuerdo al sistema de trabajo puede ser añadida una segunda plataforma para el desuello del vientre, del dorso y de los - flancos. Otro obrero al nivel del piso desuella los jarretes, la nuca y la parte inferior del dorso, hasta que un último desuella y separa la piel.

Para el desuello técnicamente es conveniente utilizar un cuchillo neumático y no eléctrico, por lo siguiente:

1) Las ruedas dentadas tienen doble número de r.p.m. (7.000-rpm.) mientras que el cuchillo eléctrico 3.500 rpm.
2) El peso del cuchillo neumático es inferior al del cuchillo eléctrico. Se recomienda el uso de cuchillos 'Júpiter' por cuanto:
   i) por ser liviano (800 gr.)
   ii) porque el aire no es expulsado hacia adelante (en el sentido de las láminas y de las carnes evitando el - goteo de aceite o partículas de suciedad) sino hacia la empuñadura del cuchillo.
   iii) el costo de estos cuchillos es casi la mitad de los-otros modelos lo que se debe considerar dado el elevado número de desolladores que laboran en un canal.

Después de estas operaciones, un siguiente obrero procede a - la evisceración y a la separación de todos los órganos ventrales y torácicos que luego de ser inspeccionados sobre una mesa de plataforma móvil son llevados a las triperías. Un último - obrero situado sobre una plataforma hidráulica móvil corta los canales en dos partes con una sierra eléctrica, después de lo-

cual las deposita sobre la riel que a su vez las conduce a la pena, a la ducha y a los frigoríficos.

En todo el recorrido de esta cadena, se encontrarán lavabos - que funcionan con pedal para permitir que los obreros se laven las manos, y esterilizadores para los utensilios y sierras. - Con este sistema de labor en cadena se pueden realizar diferentes cargas de trabajo que van desde 25 a 60 bovinos por hora,- para lo cual es suficiente aumentar el número de obreros en la cadena.

Los canales suspendidos por una cadena de movimiento automático regulable, se presentarán en la posición exigida por cada operación (mediante dispositivos especiales colocados a lo largo de la riel). Existen cadenas especiales para el tratamiento de cualquier tamaño de bovinos, desde 110KG. de peso vivo - hasta 700 o más Kg.

El conjunto del equipo (manga de matanza hasta la ducha) requiere de un espacio bastante reducido y además permite una elevada economía en relación al volúmen de la sala, facilita todas las operaciones de control y visita sanitaria.

El material necesario para esta cadena prevista para los mataderos Tipo 'A' con producción cárnica de más o menos 15.000 - toneladas/año, es el siguiente:

1) manga de matanza
2) tecle eléctrico con dispositivo automático para depositar el animal sobre la riel antes de la sangría.
3) rieles para la sangría con cadenas a rueditas e instrumentos de suspensión, con riel para el regreso de las ca-

denas luego de la sangria.

4) dispositivo de ascenso de las cadenas a ruedecillas

5) tecle eléctrico para transporte de los canales desde las rieles de sangria a las rieles de desuelle

6) un sistema para el desuelle sobre riel que comprende:

6.1) motor para el avance de los canales en cadencia variable

6.2 sección movil de riel (3m) para el descenso de los canales

6.3 25 barras de expansión corredizas sobre riel

6.4 25 ganchos montados sobre ruedas

6.5 1 aparato para el desuelle de las colas

6.6 3 plataformas hidraulicas

6.7 1 transportador de cadena

6.8 1 mesa de plataforma móvil para las visceras, debe estar-sincronizada con el avance de los canales y accionado a - pedal por el Veterinario Inspector (7.5m /2.0m.)

6.9 un transportador a cadena que funcione a lo largo de la - riel de desuelle con comando variable según el ritmo de - trabajo

6.10 1 sierra eléctrica para el esternón

6.11 1 sierra eléctrica para dividir los canales en partes

6.12 10 cuchillos de desuelle neumáticos

6.13 2 sierras eléctricas para las tibias

6.14 2 esterilizadores para las sierras

6.15 1 mesa para el manipuleo de las cabezas

6.16 1 aparato eléctrico para cortar las cabezas

6.17 1 plataforma de trabajo fija de v-0.7m L-5m h-2.1m

6.18 1 plataforma de trabajo fija de v-0.7m L-4.5m h-2.1m

6.19 rieles planas, estribos de suspensión y contra cambios - Fig. 3.1

6.20 20 cadenas de ruedecillas para la sangria

6.21 900 ganchos de rondanillas
6.22 2 carretas para cabezas con 12 soportes
6.23 2 carretas para hígado y pulmones
6.24 2 carretas para tripas
6.25 10 lavabos y esterilizadores
6.26 1 aparato para el tratamiento de las tripas. Fig. 3.2.

3.4 Matanza de los Porcinos

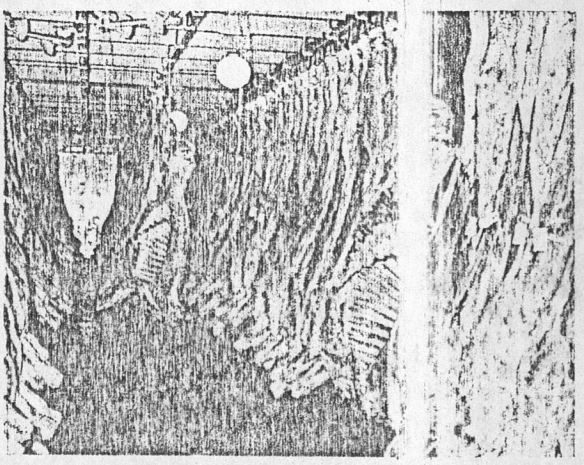
El ganado porcino que llega a los establos es introducido en - una pequeña cámara de espera, antes del killing-box, una vez en este y luego de haber sido aturdido eléctricamente o con - pistola, es levantado e inmediatamente colocado sobre la riel- de sangría, el mismo obrero efectúa la sangría.

El nivel entre el killing-box y el área de sangría se encontrarán a 1.60m del suelo de la sala de matanza, como también el - tanque de agua caliente, las medidas de estos serán proporcionadas al número promedio de suinos a faenarse en cada matadero. Del tanque los cerdos son transportados a un aparato de raspado automatico eléctrico Fig. situado a 1m del suelo, luego los canales son levantados sobre la riel para terminar el raspado, esta operación realiza un obrero que se encuentra sobre una - plataforma móvil.

A continuación se procede a la separación de las cabezas y de las patas anteriores, las canales son luego abiertas desde el pubis hasta el pecho y extraídas las vísceras se colocan sobre una mesa móvil para la inspección sanitaria, para finalmente - ser divididas en dos partes con sierra eléctrica y eliminadas-



Las carcasas pueden ser descueradas como se observa en el grabado con herramientas de mano sean electricas o neumaticas, tambien se utilizan haladores de cuero.

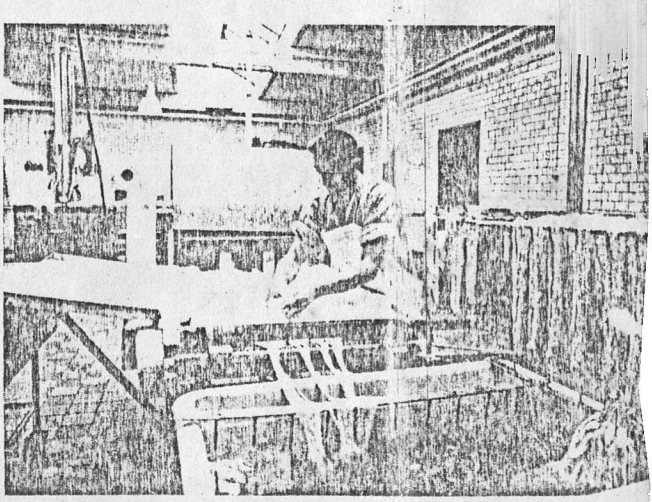


Cámara de almacenamiento de carne donde las carcasas pueden ser rápidamente enfriadas a temperaturas permisibles para prolongados periodos.

FIG 3.1



Organos sometidos a inspeccion sanitaria, antes de ser procesadas para una variedad de productos comestibles y farmaceuticos.



Las visceras son tratadas con maquinas especiales, para recuperar grasa y embutidos de piel.

FIG 3.2

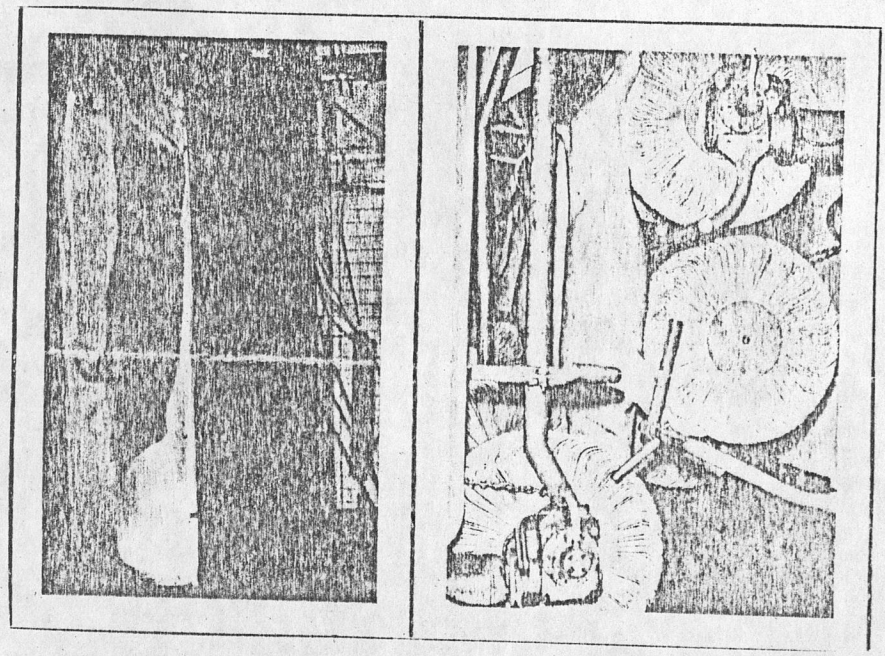


FIG 3.3

Los restos de pelaje - de los porcinos son quemados como se observa.

Máquina para respado y pulido de los porcinos.

por "chute" (caida).

Se efectúa el traslado desde la riel para suinos a aquella de más alto nivel de los bovinos, para introducir estos canales - de suinos en los frigorificos, sigue luego el pasaje y la ducha

3.5 Matanza de los Ovinos

El ganado ovino que se debe faenar después del suino, entra - por el mismo killing-box aturdido con mazo pequeño, sigue la m misma riel de sangría, pero se desvia antes de llegar sobre el tanque de agua caliente destinado para los suinos.

La canal suspendida llega a un nivel paralelo al área de san-- gria y es bajada luego una riel de 2.8m de altura. Se desprenden la cabeza y los miembros y se desuella la piel con aparato de tracción Fig. 3.3. Para mayor utilisacion del espacio, la riel se bifurca de tal manara que permita una doble linea de - trabajo, sobre éstas se eviscaran las canales que son fácilmente inspeccionadas por un veterinario colocado al centro de las dos rieles, las visceras después de la inspección son eliminadas por medio de chute, siguen el paso y la ducha, colocadas - sobre garfios de 4 brasos (a doble nivel) las canales (8 por - garfio a ruedecillas) son levantadas con tecle fijo al nivel - de las rieles de los frigorificos.

El conjunto de las salas de faenamiento tendrá una superficie- de 2.121 m^2 Fig. 3.4.

3.6 Frigoríficos anexos al matadero

Puede apreciarse la localización de los frigoríficos en las Figuras: 3.4 y 3.5.

La instalación del segundo piso recibirá las canales de los bovinos, ovinos y suinos directamente desde las salas de faenamiento la salida está prevista junto a un corredor en cuyo centro se encuentra un elevador (ascensor) que conduce a la sala de venta. Para los frigoríficos del primer piso en cambio las canales bajan por un elevador colocado en el centro terminal de las salas de matanza, también este ascensor desemboca en el centro de un corredor desde el cual se introducen en los túneles cuyas puertas de salida dan hacia un corredor en cuyo centro baja el ascensor que transporta las carnes desde el segundo piso.

Ambas secciones frigoríficas tendrán la misma superficie 464.1 m^2, aproximadamente. La sala de venta que está en el primer piso y antes del frigorífico tendrá una superficie de 245 m^2, porque se prevée la posibilidad de deshuesar algunas partes de la canales (cuatro anteriores). En los cálculos de los frigoríficos están comprendidos los corredores que tienen un área de 159.75 m^2 c/u. El tercer corredor que recibe la carne todavía caliente de las salas de matanza está calculado en la superficie del primer piso y no es refrigerado.

Para estos túneles frigoríficos que servirán para la refrigeración rápida y para la conservación de las carnes, se aconsejan las siguientes medidas internas:

longitud interna	13.00 m
ancho interno	9.00 m
altura interna	4.50 m

En cada tunel pasan 6 rieles paralelas comunicando entre si - por las extremidades de 12m de largo cada una. Los tuneles serán en número de 8 de los cuales uno estará dividido en tres - compartimentos como se explica a continuación.

En el piso superior, en correspondencia con la cadena de matanza de los ovinos, está el tunel para esta carne, su capacidad- será para almacenar la producción de uno odos días de trabajo. El segundo tunel recibirá la carne de los suinos, estando situado en correspondencia da esta cadena de matanza, los dos ultimos serán para las carnes bovinas.

En el piso inferior la carga de los frigoríficos se hará igualmente por el lado de las salas da matanza por medio de un asensor que termina en el corredor no refrigerado. En correspondencia con los frigoríficos de los bovinos (situados en el superior) existirá también un tunel frigorífico siempre para - los bovinos y un medio tunel que se cargará la carne ya refrigerada y que funcionará como almacén de stock. De esta manera - se tendrá la posibtilidad de refrigerar conjuntamente 70-80 toneladas de carne bovina.

El medio tunel no ocupado por las carnes bovinas, a su ver están divididas en dos mitades de (6,50 x 4,50 m. c/u.). Estas están cargadas por el lado del corredor no refrigerado y servirán: la más externa para recibir las canales sospechosas y la

MATADERO TIPO "A"

PLANTA ALTA

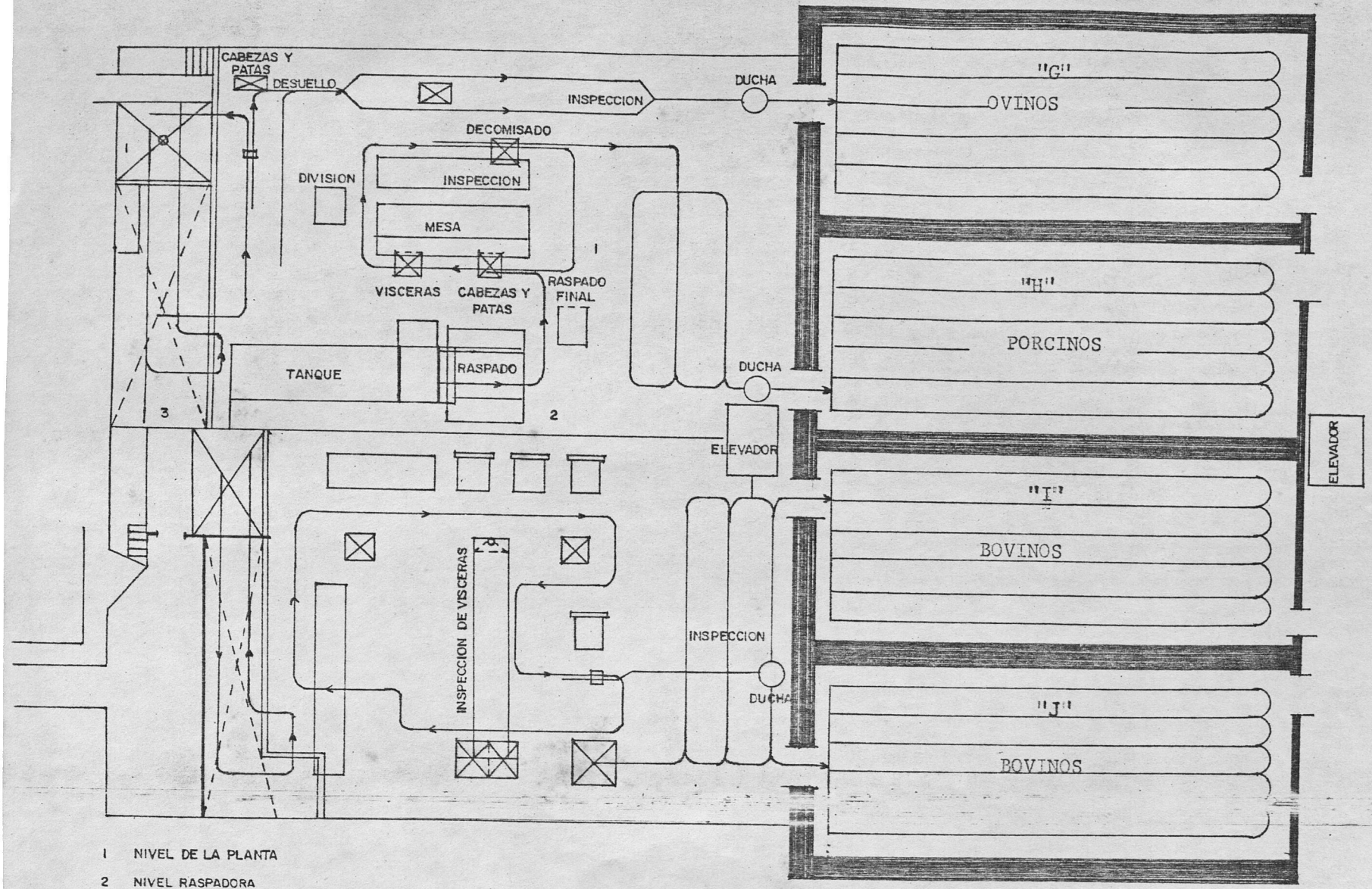


FIGURA 3.4

MATADERO TIPO "A"

PLANTA BAJA

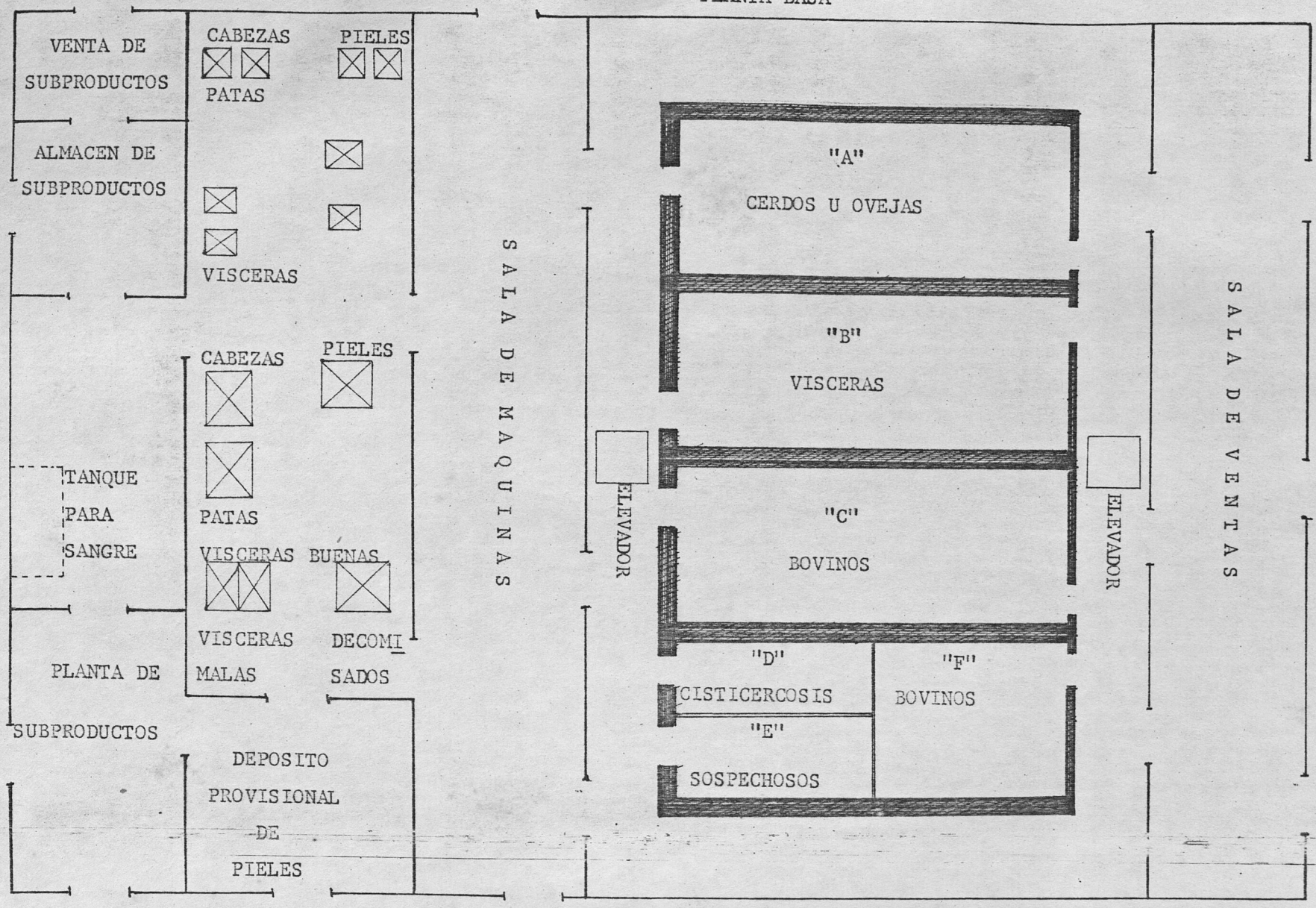


FIGURA 3.5

interna para congelar las carnes de los animales con cisticipcosis.

Un túnel estará destimado a contener las visceras, mientras el último podrá utilizarse para refrigerar las carnes de suinos o de ovinos, según la mayor o menor importancia de matanza de una u otra especie.

En los túneles para bovinos la temperatura deberá ser de 32°F (0°C) a 35.6°F (2°C) de tolerancia y la humedad de 95% con un 5% más o menos de la tolerancia. Al comienzo del embarque está bien que los túneles tengan una temperatura de (-5°C).

Para los ovinos se puede regular la temperatura humédad y velocidad del aire a las mismas condiciones que las establecidad para los bovinos, mientras que para los suinos, la temperatura y la humedad a utilizarse pueden ser las mismas pero la velocidad del aire debe ser aumentada.

En la instalación de éste frigorífico no está considerada la inclusión de un armario frigorifico para la congelación de glándulas para uso terapéutico por cuanto en el país no existen laboratorios activos de tales glándulas.

La temperatura de la cámara de congelación para carnes con cisticercosis deberá poderse bajar hasta los 5°F (-15°C) regulables según el tiempo durante el cual se querrá mantener las carnes. Las puertas de ingreso, los túneles estarán protegidos por cortinas de aire que permitirán mantenerlas abiertas durante las operaciones de carga sin pérdida de frio o impidiendo

el ingreso de insectos. Particular cuidado deberán ponerse en la construcción de puertas.

3.7 Sala de Venta

Está provista no sólo para dar facilidad de venta a los comerciantes, mayoristas en carne, sino también para permitir el eventual deshuesamiento de partes de los cuartos interiores, cuyo transporte se facilitaría así, disminuyendo un peso notable de material poco utilizable y de escaso valor. Los huesos podrán ser tratados en la planta de subproductos. Esta sala tendrá 245 m^2 de superficie y estará unida a los túneles frigoríficos por el ascensor y por el corredor de baja temperatura (más o menos 8°C.).

En el corredor se instalarán dos ventiladores. En la sala de venta la temperatura será de 10°C (más o menos). De la sala de venta se pueda comunicar mediante un corredor lateral con la planta de subproductos (Fig. 3-4).

3.8 Tripería

Tendrá una superficie de 686 m^2. Será única para las tres especies. En ella se efectuará tratamiento de las cabezas y las patas, tratamiento de los estómagos y los intestinos, recogida de las pieles (por los chutes o caídas) que son inmediatamente alejadas en carretillas, la sala estará provista de aspiradores de aire que estarán calculados en base al volúmen de la misma.

3.9 Planta para los Subproductos

Comprenderá un aparato para la cocción de las canales decomisadas, huesos, desperdicios, construido por doble pared y fondo cóncavo donde pasa vapor saturado.

El Calor proporcionado por la doble pared transforma en vapor la humedad de descomposición de la materia bruta tratada; esta es continuamente mezclada por palas internas.

Durante media hora esta evaporación en el interior del autoclave produce un aumento de presión ($3Kg/cm^2$) y una esterilización de los productos a 133°C (271.4 °F).

Terminada la esterilización se hace surtir el vapor hacia un - condensador y comienza el desecamiento, al final quedará una - sola materia sólida muy disgregada y seca, además de grasa líquida el recipiente se vacía automaticamente, las materias se recogen en una vagoneta y se llevan al extractor centrifugo. - La grasa detenida es enviada a un tanque de cedimentación y de refrigeración y de allí al depósito.

Los productos solicitados provenientes del cesto del extractor son duros y secos después del enfriamiento vienen pulverizados por medio de un molino de martillos. El procedimiento completo dura cerca de tres horas, la centrifugación 50'. Aparte de esta operación última la sangre se somete al mismo tratamiento.

El aparato 'autoclave' puede ser de diversas capacidades: a) 1.000 Kg.

b) 1.500 Kg.
c) 2.000 Kg., o sea para tratar

A) 350 Kg/h de materia bruta semisólida o
200 Kg/h de sangre
B) 450 Kg/h materia bruta
300 Kg/h de sangre
C) 700 Kg/h materia bruta
400 Kg/h de sangre

3.10 CAPACIDAD DE LA PLANTA

Como se dijo en el Capítulo II sección 2.11, en base a la demanda de carne se ha calculado que para el año 1980 la población de la ciudad de Quito deberá disponer de 20'518.191 toneladas métricas de carne anuales, lo que da un promedio diario de 85.4 toneladas de carne equivalentes al sacrificio de 235 reses diarias con un total de 169.505,45 libras/días a ser almacenadas en las cámaras frigoríficas.

De acuerdo al estudio efectuado por la Junta Nacional de Planificación REF. (1) el camal frigorífico tendrá un rendimiento de producción del 80%, porcentaje éste considerado como normal para este tipo de industria, tomando en cuenta sobre todo que el abastecimiento de ganado para matanza no alcanza niveles satisfactorios, por tanto los cálculos se desarrollan para obtener 16.414,55 toneladas/año las que con 240 días laborables de 8 horas dan 68.39 ton/días, o 150.808 libras de carne producto del faenamiento de 188 reses diarias. Las cámaras deberán almacenar por lo menos la producción de dos días de trabajo con el 80% y uno y medio días en el caso del 100% de producción. - Ref. (2).

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento de cada una de las cámaras, es necesario conocer:

i volúmen de cada cámara
ii Volúmen que ocupan las piezas de carne
iii densidad de estibaje de la carne refrigerada

3.11 SELECCION DEL REFRIGERANTE

Caracteristicas del refrigerante Ref. (3). No existe un refrigerante ideal y aún cuando se encontrare alguna sustancia química ideal para ser utilizada como refrigerante, no podrá cubrir totalmente las necesidades exigidas por el hombre. Por lo tanto el refrigerante que se seleccione deberá reunir las más de las siguientes caracteristicas.

1. No tener presiones de condensación excesivas, de tal modo que no sean necesarias instalaciones extrafuertes
2. Bajo punto de ebullición a la presión atmosférica de tal modo que el sistema no necesite operar a condiciones de vacío con la posibilidad de que entre aire al sistema.
3. Alta temperatura critica. Es imposible condensar un vapor que tiene una temperatura mayor que la temperatura critica no importa que tanto elevada sea la presión. Para equipo enfriado con aire es conveniente que las temperaturas criticas sean mayores de 130°F con excepción del CO2 y del etano, cuyas temperaturas criticas son 87.8 y 89.8 °F respectivamente, los refrigerantes comúnes tienen temperaturas criticas mayores de 200 °F.

4. Alto calor latente de vaporizacion. Mientras más alto sea el valor del calor latente, se necesitará circular menor cantidad de refrigerante por minuto por unidad de capacidad.
5. Bajo calor especifico del liquido. Esta es una característica deseable ya que se estrangula el liquido en la válvula de expansión y el liquido refrigerante debe ser enfriado a expensas de la vaporización parcial.
6. Bajo volumen especifico del vapor. Esto es necesario en maquinaria reciprocante, pero no es tan importante con máquinas centrífugas.
7. Ausencia de acción corrosiva en los metales usados. Esto es necesario.
8. Estabilidad química. Es esencial en un compuesto.
9. El refrigerante debe ser no inflamable y no explosivo.
10. El refrigerante no debe ser tóxico a los pulmones, ojos y en general a la salud, lo que es muy importante en las instalaciones de aire acondicionado.
11. Fácil localización de fugas por olores o por indicadores apropiados es una caracteristica importante.
12. Disponibilidad bajo costo y fácil de manejar, son obviamente caracteristicas muy importantes.
13. La acción del refrigerante sobre el lubricante debe ser tal que no perjudique las válvulas lubricantes.
14. Es necesario tener transferencia de calor y adecuados coeficientes de viscosidad.
15. El punto de congelación del liquido deberá ser apreciablemente menor que para cualquier temperatura a la cual deba trabajar el evaporador.
16. Para las relaciones de compresión usadas es conveniente tener temperaturas bajas en la descarga del compresor para

evitar posible descomposición y deterioro del refrigerante y del lubricante usado en el sistema.

Son muchos los gases refrigerantes que se han usado en mayor o menor escala para trabajos de refrigeración y acondicionamiento de aire, podemos citar los siguientes:

a) amoníaco anhídro
b) anhídrido sulfuroso
c) anhídrido carbónico
d) cloruro de metilo
e) gas butano
f) refrigerante 11
g) refrigerante 12
h) refrigerante 22
i) refrigerante 114

Muchos de estos han quedado en desuso, pero prevalecen actualmente en refrigeración, el amoníaco, el refrigerante 12 y el refrigerante 22.

El amoníaco que se utiliza bastante en instalaciones de gran capacidad es un gas, y el hecho de que se aplique poco en instalaciones de mediana y pequeña capacidad es debido principalmente a que ataca al cobre y sus aleaciones. Por este motivo las tuberías de conexión entre los diferentes elementos que constituyen las instalaciones de refrigeración, han de ser de hierro o acero y los accesorios y válvulas de construcción especial, tanto si son roscados o para ser soldados.

De igual manera, los condensadores, evaporadores que básicamen

te están constituidos por serpentines, estos deben ser construidos con tubería de hierro o acero a un elevado costo en relación con la construcción utilizando tubería de cobre la que permite una fácil instalación de aletas exteriores para aumentar la superficie de transmisión de calor y por lo tanto reducir la cantidad de tubo a usar.

El amoníaco tiene un olor penetrante que produce sofocación, es tóxico y respirar una mezcla de aire con gran cantidad - de amoníaco puede producir la muerte. Por ello se usa en - instalaciones que son vigiladas permanentemente con el fin- de detenar rápidamente cualquier fuga de gas.

El refrigerante 12 ó R-12 como se lo conoce comercialmente- en la actualidad tiene un punto de ebullición -21.8°F a la presión atmosférica. No ataca a las tuberías de cobre por donde ha de circular. Es considerado como no tóxico no irritante y no inflamable dentro de los usos prácticos. Es apropiado para instalaciones de funcionamiento automático. Es usado en instalaciones de mediana y pequeña capacidad.

El refrigerante 22 ó R-22, tiene un punto de ebullición de -41.4°F a la presión atmosférica. Posee las mismas cualidades que el anterior en lo que se refiere a toxicidad y a no atacar el cobre.

Es importante anotar que el amoníaco es el refrigerante más extensamente empleado particularmente en la industria y en refrigeración comercial.

Cuando está libre de agua se lo conoce como amoníaco anhídro so y cuando está mezclado con agua (refrigeración por absorción) se lo conoce como agua amoniacal. Examinando las tablas 15.3 y 15.4 y las figuras 15.2 y 15.3 Ref. (5) puede verse que la gama de presiones es moderada y se tienen presiones subatmosféricas sólo para temperaturas menores de -23°F, generalmente en el condensador no excede de 200 lb/pg2 absolutas. Su calor latente es excepcionalmente alto 300 Btu/lb. La lubricación no presenta dificultades con el amoníaco al seleccionar aceites minerales adecuados. El agua mezclada con amoníaco no se congela en las válvulas de expansión, para otros refrigerantes si puede haber congelamiento. El rendimiento termodinámico en un ciclo de refrigeración es alto (tabla 15.1 Ref. (5)). El amoníaco tiene una temperatura crítica alta de valor 271.4°F a 1.675 psig.

El amoníaco no corroe ni al hierro ni al acero pero lo hace rápidamente al cobre y a las aliaciones de zinc (latón, bronce), de tal manera que debe tenerse cuidado de que estos metales no contacten con el amoníaco.

El gas de amoníaco es particularmente irritante a los ojos y a las membranas mucosas, en pequeñas cantidades en el aire son más molestas que dañinas, pero en cantidades de cerca de 0.5% por volumen de aire puede ocasionar serios efectos si se expone unos cuantos minutos. Por Ley se prohibe en evaporadores de expansión directa el uso de amoníaco por los ductos donde pasan los ductos de un sistema de aire acondicionado para producir confort en el medio.

El amoníaco se quema con dificultad, pero puede formar mezclas explosivas con mezclas de aire en relaciones de 16 - 25% por volumen, tales mezclas sin embargo no se encienden rapidamente. No se forman productos daninos por su descomposición.

Consecuentemente, como el camal frigorifico de Quito está considerado en la clasificación de tipo industrial, el refrigerante seleccionado es el amoníaco. Además para seleccionar el amoníaco se ha considerado también el bajo costo con relacion a los - demás refrigerantes utilizados en refrigeración industrial.

3.12 CAMARAS DE CONGELACION

En estas cámaras se mantendrá una temperatura de 5°F y será utilizada únicamente para el tratamiento de carnes enfermas con cisticercosis, la otra cámara será utilizada para congelar carne sospechosa o decomisada, pero que previamente ha sido sometida a inspección sanitaria.
Cámaras "D" y "E" respectivamente. Plano No. 1.

Las medidas interiores son:

Largo	=	21.32 pies	(Ref. 3)
Ancho	=	14.76 pies	
Altura	=	14.76 pies	

3.13 CAMARAS DE CONSERVACION

Serán utilizadas para el almacenamiento de carne fresca, su temperatura de trabajo será de 32°F, temperatura a la cual la carne puede permanecer refrigerada sin que sufra ningún proceso de descomposición hasta 15 días. La distribución de estas cámaras pue

de observarse en los planos No. 3 y No. 4 y están designadas como: A - B - C - F - G - H - I - J, sus capacidades serán determinadas en el capítulo No. 4. Las medidas de estas cámaras son:

Largo	= 42.64 pies	Ref. (3)
Ancho	= 29.52 pies	
Altura	= 14.76 pies	

3.14 AISLAMIENTO

Para eviatar en lo posible la pérdida de frío de las cámaras, o - lo que es lo mismo la introducción de calor exterior a través de las paredes, piso y cielo raso, las superficies interiores de las cámaras deben ser forradas con un material aislante del calor, impidiendo así el flujo de calor hacia la zona refrigerada.

El poder aislante del material de relleno varía casi en razón inversa de su densidad específica y aumenta hasta un punto en el - que el material es tan suelto que permite la circulación del aire. Existen varios materiales para aislamiento, entre los que podemos citar:

a) corcho aglomerado en planchas
b) fibra de vidrio
c) poliuretano expandido

Para la selección del aislante deben ser considerados varios factores:

a) Coeficiente de conductividad o sea el flujo de calor que pasa por hora a través de una plancha de superficie igual a la

unidad de espesor y con una diferencia de temperatura entre las caras exteriores de 1 °F. Es conocido como- el coeficiente "K" cuyas unidades son:

$$\frac{\text{BTU x 1 pulg.}}{\text{Pie}^2 \text{ x hora x } ^\circ\text{F.}}$$

b) Propiedades físicas del material, entre las que se - debe exigir:

1.- Resistencia a la flección y compresión
2.- Mala conducción del calor
3.- Impermeabilidad al agua y al vapor de agua
4.- Ausencia del calor
5.- Resistencia a moho y parásitos
6.- Seguridad contra incendios
7.- Resistencia contra agentes químicos
8.- Fácil manipulación

No existe ningún aislante que reúna todas estas - características, especialmente la seguridad contra- incendio.

c) Costo del material aislante.

Para los materiales aislantes citados los coeficientes de coductividad son:

Corcho conglomerado $K = 0.27 \frac{\text{BTU x pulg.}}{\text{Pie}^2 \text{ x h x } ^\circ\text{F}}$

Lana de Vidrio $K = 0.26 \frac{\text{BTU - pulg.}}{\text{Pie}^2 \text{ x h x } ^\circ\text{F}}$

Poliuretano expandido $K = 0.241 \frac{BTU - pie}{pie^2 - h - °F}$

Se observa que el coeficiente de conductividad del poliuretano es más bajo con relación a la lana de vidrio y al corcho, por- lo que se descartan estos materiales, también influye la poca consistencia de la lana de vidrio, lo que resta facilidad para su colocación. Con respecto a los otros dos materiales lo que influye es el precio.

El corcho aglomerado es un producto vegetal constituido por la corteza de cierta clase de encinas las cuales son originarias del Suroeste de Europa, su costo es elevado en nuestro país - por cuanto está gravado por los fletes marítimos, especialmente debido a que las compañías cobran por el volumen ocupado en - las bodegas de los barcos.

El poliuretano llega a nuestro país en forma de polvo, el que es sometido a un proceso por medio de calor con lo que se consigue que el polvo se expanda formando bolitas con multiples celdillas de aire que le dan su propiedad aislante. Esta expansión se produce dentro de moldes en los que se adhieren unas a otras las bolitas formando grandes cubos los que luego son cortados de acuerdo a las necesidades en forma de planchas y en e cualquier medida y espesor. Es más barato que el corcho y ofrece mejores propiedades mecánicas y físicas, por lo que se escoge este material como aislante.

3.14.1 DETERMINACION DEL ESPESOR DE AISLAMIENTO EN LAS PAREDES DE LAS CAMARAS

Para realizar este cálculo se utilizan algunas fórmulas empíricas,

en las que intervienen factores como:

a) coeficiente de conductividad
b) costo del material aislante
c) diferencia de temperatura exterior e interior de 1 cámara
d) horas anuales de operación de la planta
e) vida o duración supuesta del material aislante

3.14.2 CALCULO DEL COEFICIENTE DE CONVECCION AISLANTE - AIRE (h_2).

Ya que el régimen de transmisión de calor es permanente y considerando el aire que rodea a la cámara en reposo, podemos aplicar la ecuación de Hausen que relaciona los números de Nusselt, Prandtl y Grasholf con coeficientes y exponentes encontrados experimentalmente.

Las paredes de las cámaras están constituídas como se indica en el gráfico 3.14.1. REF. (2).

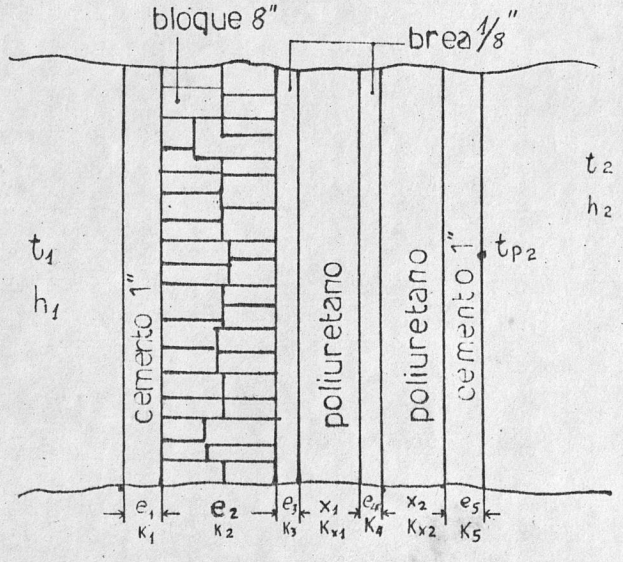


GRAFICO 3.14.1

$$Nu = 0.11\ (Gr\ Pr)^{1/3} + (Gr\ Pr)^{0.1} \quad \text{Ec. 3.1}$$

NUMERO DE GRASMOF

$$Gr = \frac{L^3\ P^2\ g\ B\ (t2 - tp2)}{\mu^2} \quad \text{Ref (4) Ec. 3.2 Ref. (14)}$$

$$Gr = \frac{14.76^3\ (0,746)^2 \times 32.2 \times 1/523.4\ (68 - 60.8) \times (3.600)^2}{(0,0433)^2}$$

$$Gr = 548 \times 10^8$$

NUMERO DE PRANDTL

$$Pr = \frac{Cp\ \mu}{K} = \frac{0.24 \times 0.0433}{0.01486} = 0.704$$

$$Pr = 0.704$$

Aplicando la ecuasión de Hausen

$$Nu = 0.11\ (548 \times 108 \times 0.704)^{1/3} + (548 \times 10^8 \times 0.704)^{0.1}$$

$$Nu = 383.13$$

De $Nu = \frac{hl}{k}$ Ec. 3.4 REF. (4)

$$h_2 = \frac{383.13 \times 0.014}{14.76} = 0.36$$

$h_2 = 0.36$ Btu/h - pie^2 - °F

Cálculo del calor transmitido por unidad de superficie de las paredes de las cámaras de conservación.

$Q = h_2 (t_2 - t_{p2})$ REF. (4) Ec. 3.5

$= 0.36 (68 - 60.8 = 2.62$ Btu/h - pie^2

Determinación del espesor mínimo "X" de material aislante para $t_{p2} = 68$ °F

$$Q = \frac{t_{p2} - t_1}{L_1/k_1 + L_2/k_2 + L_3/K_3 + x/kx + L_4/k_4 + L_5/k_5}$$

Ec. 3.6 REF. (4)

$$2.62 = \frac{28.8}{1/60 + 8/10.8 + 1/480 + 2x1/0.241 + 1/480 + 1/60} =$$

$= X_1 = 2.00$ Pulg.

Este valor de espesor de aislamiento es correcto por cuanto está dentro de los límites determinados por la tabla práctica - (Tabla No. 10.9) de REF. (4)

Para el cálculo del espesor del aislamiento de las paredes de las cámaras de congelación tenemos:

$t_{p2} = 60.8\ ^{\circ}F \quad t_1 = 5\ ^{\circ}F$ (en el interior de la cámara)

$$Q = \frac{(60.8 - 5)}{0.778 + 2x1/0.241} = 2.62 \ \frac{Btu}{h\text{-pie}^2}$$

De donde $X_1 = 2.47''$ 3"

Este espesor de aislamiento de 3" está dentro de las recomendaciones de selección de aislamiento para cámaras frigoríficas, REF. (4)

Calculamos la transmisión de calor del aislamiento por unidad de superficie con este nuevo espesor:

$$Q = \frac{60.8 - 5}{.778 + 6/0.241} = 2.17\ Btu/h - pie^2$$

$Q = 2.17\ Btu/h - pie^2$

Este valor de transmisión de calor cumple con la condición de estar dentro de los límites de transmisión de calor para aislantes señalado por la práctica y que es de 3.68 $Btu/h - pie^2$. REF. (4)

Para el cielo raso de las cámaras de congelación el espesor del aislamiento es de 6" y para las cámaras de conservación 4", por un análisis similar al realizado para el espesor del aislamiento de las paredes.

3.15.1 PUERTAS AISLADAS

Para el acceso a las cámaras se utilizarán puertas de construcción especial, siendo de madera y recubiertas con aislamiento acorde a las temperaturas a mantenerse en el interior de las cámaras siendo 6" para las puertas de la cámara de congelación y de 4 para las de las cámaras de conservación.

La puertas a usarse son del modelo provisto de visagras en planos inclinados sobre el cual se desliza la espiga de la visagra, mediante una bola fija, así a medida que se abre la puerta, ésta se separa del piso permitiendo su fácil manejo. En la parte inferior de las puertas hay unas tiras caucho, las que al cerrarse la puerta se ajustan con el piso evitandose la fuga de frío al exterior. En los bordes laterales y superiores hay cintillos que aseguran la hermeticidad de las puertas.

El cierre exterior de la puerta llevará un botador, el que permitirá abrir la puerta desde el interior de la cámara, evitando así que cualquier persona puede quedarse encerrada en la cámara con peligro de su vida. La puerta es fijada a un marco de madera colocado prevíamente en la pared para luego atornillar la puerta al contramarco y colocarla.

En el gráfico 3.15.1 se indican los detalles de las puertas.

3.16.1 TRANSMISION DE CALOR

El calor es una de las forma de la energía, la misma que es

transmitida debido a una diferencia de temperatura, la que es el potencial que causa esta transferencia, a esta transferencia se oponen las propiedades térmicas del material, - lo que se conoce como Resistencia Térmica.

Siendo la temperatura proporcional al promedio de la energía cinética de las moléculas, la transferencia de calor tiene lugar en la dirección de las temperaturas decrecientes. No hay flujo de material.

El mecanismo significativo de los cuerpos sólidos de transmisión de calor es siempre conducción térmica.

La transferencia de calor por unidad de superficie está expresada por la ecuación.

$$\frac{Q}{A} = -K \frac{dt}{dl}$$

donde:

NOMENCLATURA

Q = calor transmitido
A = área considerada
K = conductividad térmica
dt = diferencial de temperatura
dl = camino recorrido por el flujo

El signo menos indica flujo de calor hacia la zona de menor temperatura.

"K" está expresada normalmente en las siguientes unidades:

$$K = \frac{BTU \times pulgada}{h \times pie^2 \times °F}$$

Se usa también el coeficiente llamado conductancia térmica- que es el calor transmitido por un cuerpo de espesor y forma dadas que se expresa en:

$$K = \frac{BTU}{h \times pie^2 \times °F}$$

La anterior ecuación se utiliza cuando la transferencia de calor es a través de un cuerpo homogenio. En el caso de transferencia de calor de un sólido a un fluído, la transmisión se efectúa por convección térmica e intervienen el coeficiente de transmisión superficial.

La ecuación de convección térmica es:

$\frac{Q}{A} = Hs\ (Ts - Tf)$ en la que Ref. (4) Ec. 3.7

Q = calor transmitido
A = área considerada
hs = Conductividad térmica de superficie
Ts = temperatura de la superficie
Tf = temperatura del fluído

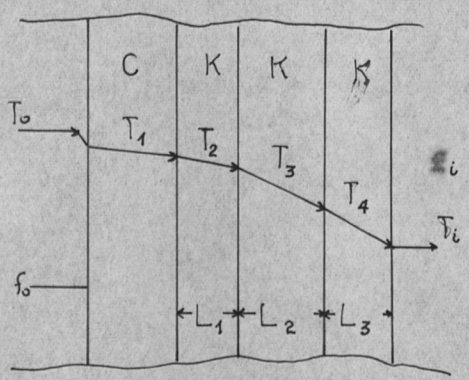
Si se tiene paredes compuestas por diferentes clases de materiales los que tienen distintas propiedades térmicas y existe una diferencia de temperatura entre las superficies exte-

riores de la primera y última capa, el flujo de calor transversal es continuo e igual para cada capa.

El flujo de calor es afectado por las resistencias térmicas de las diferentes capas y por las resistencias térmicas de las superficies extremas.

El gradiente de temperatura se distribuye de tal manera que las diferencias de temperatura en cada capa de material mantengan un valor constante de flujo de calor común, como se observa en el gráfico.

Flujo de calor a través de una pared compuesta de capas de diferentes materiales.



f_i = coeficiente superficial

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se utiliza la fórmula:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_0} + \frac{1}{C} + \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{-1}{f_i}}$$ Ec. 3.8 Ref. (4)

Donde:

f_i, f_0 = coeficientes de superficie incluyendo convección y radiación.

C = conductancia de material no homogéneo de superficie a superficie.

K_1, K_2, K_3 = conductividad de los materiales

L_1, L_2, L_3 = espesor de las capas de materiales homogéneos

T_0, T_1 = temperaturas a ambos lados de la pared

La resistencia total será la suma de las resistencias parciales.

$R = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots\ldots\ldots$

o en función de las conductividades

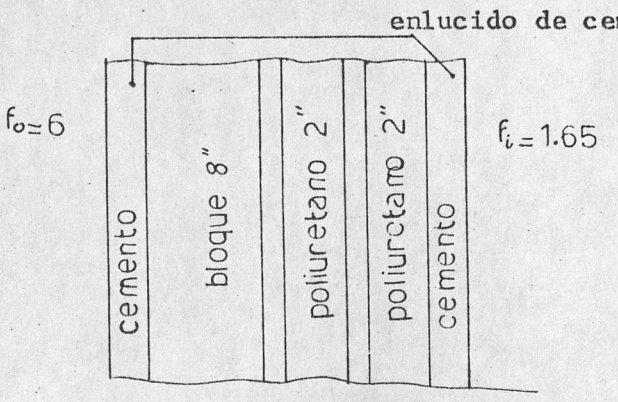
$$R = \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \frac{L_3}{K_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots$$ Ec. 3.9 Ref. (4)

El coeficiente total de transferencia de calor que es la inversa de la resistividad es igual a:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{Er}{K_1} + \frac{L}{K_2} + \frac{L}{K_3} + \frac{L}{K_4} + \ldots\ldots \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2}}$$

Se aplicara en los calculos de transmision de calor a traves de las paredes de las camaras.

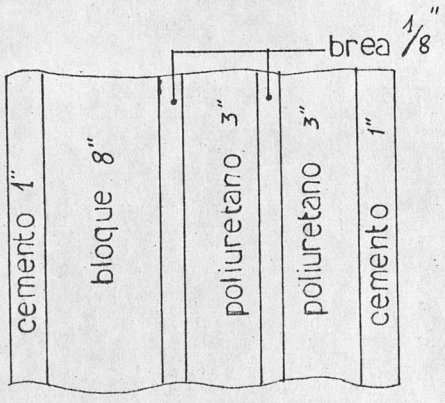
La distribucion de las capas de materiales de las paredes es la indicada en el grafico 3.14.1 para las camaras de conservacion.



$$R = \frac{1}{6} + \frac{1}{5x12} + \frac{8}{0.90x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1}{5x12} \qquad R = 2.9794$$

$$U = 0.3356 \quad \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$$

Para las paredes de las camaras de congelacion tienen la siguiente estructura: que se indica en base a que existe una mayor diferencia de temperatura:

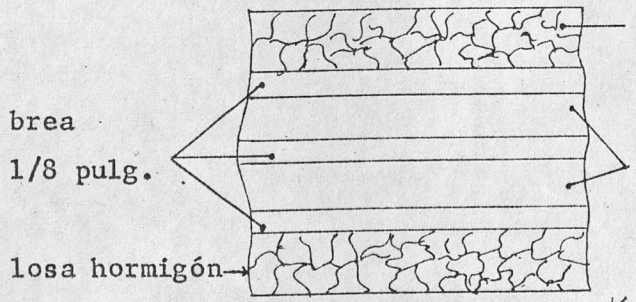


$$R = \frac{1}{6} + \frac{1}{5x12} + \frac{2x3}{0.241x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{8}{0.90x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{1}{5x12} + \frac{1}{1.65}$$

$$R = 3.6094$$

$$U = 0.277 \quad \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$$

Para el piso tenemos:



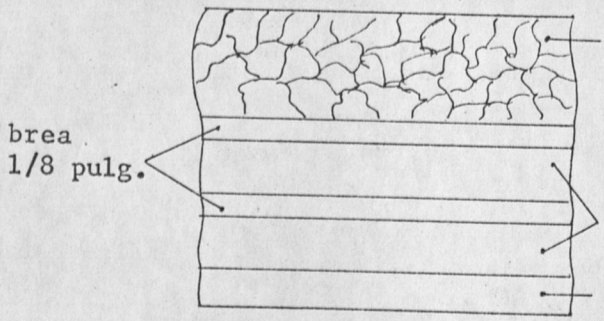
K hormigón = 5

$$R = \frac{1}{6} + \frac{3}{5x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{3}{5x12}$$

$R = 1.6523$

$U = 0.605 \quad \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$

Para el cielo raso:



$To = 68°F \quad Fi = 32 °F$

$$R = \frac{1}{6} + \frac{6}{5x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1/8}{5x12} + \frac{2}{0.241x12} + \frac{1}{5x12} + \frac{1}{1.65}$$

$R = 1.68$

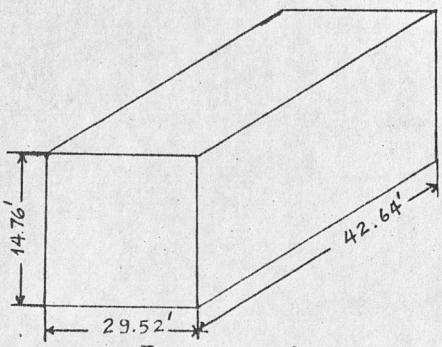
$U = 0.60 \quad \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$

C A P I T U L O IV

DISEÑO

4.1 DIMENSIONES DE LAS CAMARAS

Las cámaras tienen las dimensiones indicadas en el grá co, las mismas que se han tomado de acuerdo a especificacio es de la referencia (2).



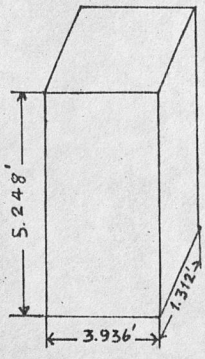
Dimensiones: L = 42.64 pies W= 29.52 pies
h = 1476 pies
Volúmen: 18.579 pies^3

Va = 18.579 pies^3

Para continuar con el cálculo, determinamos las dimensiones y el volumen de las piezas de las diferentes clases de gana do.

4.1.2 DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE CARNE

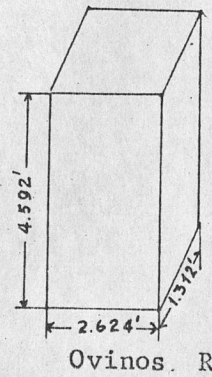
Bovinos REF. (2)



L = 5.248 pies h = 1.312 pies
W = 3.936 pies

Volúmen = 27.1 pies^3

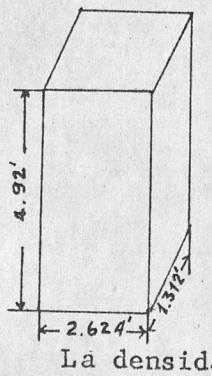
Porcinos REF. (2)



L = 4.592 pies W = 2.624 pies y
h = 1.312 pies

Volúmen = 15.8 pies^3

Ovinos. REF. (2)



L = 4.92 pies W = 2.624 pies
h = 1.312 pies

Volumén = 16.9 pies^3

La densidad de estibaje de la carne refrigerada es 21.35 libras/pies^3 Ref. (3).

En las cámaras frigoríficas para carne de ovinos y porcinos van cuatro rieles y en cada riel 25 piezas para un total de 100 piezas. Para la carne de bovinos se dispone de tres - rieles por cámara y 25 piezas por riel, teniéndo posibilidad de ampliación de las cámaras si es necesario aumentar la capacidad.

4.1.3 CAPACIDAD DE LAS CAMARAS

Volúmen de las piezas

Bovinos

$V_b = 27.1 \times 75 = 2.032.5 \text{ pies}^3$

Capacidad de la cámara = 2.032.5 x 21.85 = 44.410 libras

Porcinos

$V_p = 15.8 \times 100 = 1.580 \text{ pies}^3$

Capacidad de la cámara = 1.580 x 21.85 = 43.523 libras

Ovinos

$V_o = 16.9 \times 100 = 1.690 \text{ pies}^3$

Capacidad de la cámara = 1.690 x 21.85 = 36.927 libras

Para la cámara "A" que contendrá carne de ovinos y porcinos la capacidad está dada por:

$$C_a = \frac{C_p + C_o}{2} = \frac{34.523 + 36.927}{2} = 35.727 \text{ libras}$$

La cámara "B" contendrá las vísceras en cajas de tol de las siguientes medidas

L = 4.59 pies W = 2.296 pies h = 4.59 pies
V. caja = 48.37 pies^3

En esta cámara hay 4 rieles con 7 cajas por riel, lo que da 28 cajas.

Capacidad = 1.354 pies^3

C_b = 1.354 x 21.85 = 29.584.9 libras

4.2 CALCULO DE CARGA DE REFRIGERACION

Para el cálculo de la carga de refrigeración calcularemos - solamente las diferentes cargas de la cámara "A" como ejemplo del procedimiento seguido, consentrando los datos de - las restantes cámaras en cuadros.

Las diferentes cargas térmicas que se consideran para obtener la capacidad de refrigeración son:

a) transmisión de calor a través de las superficies de - las paredes de las cámaras.
b) calor introducido por los productos a conservar.
c) calor introducido por la iluminación artificial.
d) calor desprendido por el personal que labora en la cámara.
e) calor desarrollado por los motores de los evaporadores
f) calor por infiltración de aire caliente al abrir puertas.

4.2.1a CALOR POR TRANSMISION A TRAVES DE LAS SUPERFICIES DE LAS PAREDES, PISO Y CIELO RASO DE LA CAMARA.

Depende exclusivamente de los componentes de las paredes y de la diferencia de temperatura entre las superficies exterior e interior de las paredes.

Las paredes exteriores están formadas por:

Bloques de concreto huecos de 8 pulgadas de espesor y conductividad 0.90, una capa de brea de 1/8 de pulgada de espesor y conductividad 5, forro aislante de poliuretano de 2 pulgadas y 0.241 de conductividad, enlucido de cemento de 1 pulgada de espesor con tela metálica y conductividad 5, como se ilustra en la figura 3.14.1 .

Los coeficientes de superficie exterior e interior $f_o = 6$ y $f_i = 1.65$ son calculados con una velocidad del viento de 6 millas/hora en el exterior y viento tranquilo en el interior Ref. (4).

Las paredes de las cámaras en contacto con el ambiente son unicamente las de las cámaras "A" y "G".

$A_1 = 14.76 \times 42.64 = 629.46$ pies^2

$A_2 = 14.76 \times 29.52 \times 2 = 871.56$ pies^2 (2 paredes)

El flujo de calor está dado por Q = UA (to - ti) Ecuación 4.1 Ref. (4).

Para el cálculo de flujo de calor en las paredes de las cámaras de conservación de carne se ha considerado que la temperatura promedio del aire es 68°F y la temperatura para áreas bajo sombra es 62°F (Ref. 22).

La temperatura a mantenerse en la cámara es: de 32°F.

Q_1 = 629.46 x 0.3356 (68-32) = 7.604.8 Btu/h (pared frontal)

Q2 = 871.56 x 0.3356 (62-32) = 8.774.86 Btu/h

Q_t = 16.379,6 Btu/h.

Para el flujo de calor en el piso se considera que se opera solamente hasta 3 pies de las paredes.

A = 42.64 x 3 x 2 + 29.52 x 3 x 2 = 432.96 pies ^{2}

Q = 432.96 x 0.6050 (62-32) = 7.858.23 Btu/h

Q = 7.858.23 Btu/lb.

El flujo de calor a través del cielo raso no se opera por cuanto no existe diferencia de temperatura con la cámara del piso superior, este flujo se opera únicamente entre las cámaras de congelación y la cámara "J".

4.2.1b CALOR INTRODUCIDO POR EL PRODUCTO A CONSERVAR

Esta carga comprende:

1. enfriamiento sobre la temperatura de congelamiento - (calor específico)
2. congelamiento (considerando calor latente de fusión)
3. enfriamiento bajo la temperatura de congelación (calor específico)

De la tabla 10.2 Ref. (4) obtenemos:

a. calor específico sobre la temperatura de congelamiento

$$0.68 \ \frac{Btu}{lb - {}^{o}F}$$

b. calor latente de fusión 86.5 Btu/lb.

c. calor específico bajo la temperatura de congelamiento

$$0.38 \ \frac{Btu}{lb - {}^{o}F}$$

Como la cámara "A" va a contener carne de porcino y ovino, - se han tomado los valores de calores específicos y calor latente de fusión correspondiente a la carne de porcino, que - son un poco más elevados.

a) $q = \frac{W \times C_p \ (to - ti)}{24 \text{ hr.}}$ Re 4.2 Ref. (2)

$$q = \frac{35.727 \times 0.68 \ (68 - 32)}{24} = 36.441.54 \text{ Btu/h}$$

b) $q = \frac{\text{Wx calor latente}}{24}$ Ec. 4.3 REF. (2)

$q = \frac{35.727 \times 86.5}{24} = 128.766$ Btu/h

c) $q = \frac{\text{W calor específico } (t_f - t_i)}{24}$ Ec. 4.4 REF. (2)

$q = \frac{35.727 \times 0.38 (32-0)}{24} = 18.101$ Btu/h

$Q_t = 183.308.5$ Btu/h

4.2.1c CALOR INTRODUCIDO POR LA ILUMINACION ARTIFICIAL

Se utilizarán 1a lámparas de 200 watts para esta cámara.

Q_l = N x factor de uso x factor de tolerancia x 3.41
Ec. 4.5 REF. (4)

$Q_l = 10 \times 200 \times 3.41 \times 1.25 = 8.525$ Btu/h
Factor de uso = 1 para luces prendidas todo el tiempo
3.41 es el equivalente calórico de la luz eléctrica

4.2.1d CALOR DESPRENDIDO POR EL PERSONAL

Este calor está constituído por:

a) calor sensible, y

b) calor latente

los mismos que dependen del tipo de trabajo que se realiza -

y de la temperatura del ambiente.

De la tabla 10.20 Ref. (4) obtenermos los valores de los calores sensibles y latente, interpolando para 32°F tenemos:

a) calor sensible 674 Btu/h
b) calor latente 110 Btu/h

Q_p = N x Btu/h/ocupante Ec. 4.6 Ref. (4)

Qp = 4 x 784 = 3.136 Btu/h

4.2.1e CALOR DESARROLLADO POR LOS MOTORES

Una vez que se hayan escogido los evaporadores para las respectivas cámaras se anadirá a la carga de la planta, este - calor.

4.2.1f CALOR POR INFILTRACION DE AIRE AL ABRIR PUERTAS

El cálculo de flujo de calor por inflitración de aire para la cámara "A" es igual para las cámaras B, C, G, H, I, J.

V_a = 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 $pies^3$

De la tabla 10.19 Ref. (4) para un volúmen de 18.579 $pies^3$, que lo podemos aproximar a 20.000 $pies^3$ son necesarios 3.5 cambios de aire en 24 horas. De acuerdo con el manual de ASHRAE Ref. (11) la infiltración debe duplicarse cuando el trabajo en la cámara es denso.

$$\frac{18.579 \times 3.5 \times 2}{24} = 5.419 \text{ pies}^3/\text{h}$$

Tomando la temperatura exterior como 68°F y 77% de humedad-relativa, de la carta psicrométrica obtenemos:

entalpía del aire a 68°F y 77% de humedad relativa 31.3Btu/lb

Entalpía del aire a 32°F y 77% de humedad relativa 10.7Btu/lb

Ah = 31.3 - 10.7 = 20.6 Btu/lb

peso del aire infiltrado = $\frac{5.419 \text{ pie}^3}{13}$ = 417 lb/h

Qi = 417 x 20.6 = 8.590 Btu/h

Qi = 8.590 Btu/h

CAMARA "A"

Nombre: Conservación de carne de ovinos y porcinos.				
Temperatura ambiente: 68°F bulbo húmedo 65°F Temperatura de la cámara 32°F humedad 77% Dimensiones: Longitud 42.64 pies Ancho 29.52 pies Altura 14.7 pies				
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso	
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas	
Volumen: 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3				
Piso 62°F L = (42.64+29.52) x w = 3 x 2 x U = 0.605 x x ΔT = 30				7.858.2 Btu/h
*Pared 68°F L = 42.64 x w = 14.76xU = 0.3356x ΔT= 36				7.604.8 Btu/h
Paredes 62°F L = 29.52 x w = 14.76xU = 0.3356x ΔT= 30				8.774.86 Btu/h
Cielo raso No hay flujo de calor				
Carga del producto				
Sobre congelamiento	35.727 Ib x 0.68 x 36/24			36.441.5 Btu/h
Congelamiento	35.727 1b x 86.5/24			128.766.0 Btu/h
Bajo congelamiento	35.727 1b x 0.38 x 32/24			18.101.0 Btu/h
Iluminación	10 x 200 x 3.41 x 1.25			8.525.0 Btu/h
Personal	4 (110 + 674)			3.136.0 Btu/h
Infiltración del aire	417 $\frac{1b}{h}$ x 20.6 $\frac{Btu}{1b}$			8.590.0 Btu/h
			TOTAL	227.797.39 Btu/h

* Pared exterior

CAMARA "B"

Nombre: Conservación de visceras			
Temperatura ambiente 68°F Bulbo Húmedo 65°F Temperatura de la cámara 32°F Humedad 77% Dimensiones: Longitud 42.64 pies Ancho 29.52 pies Altura 14.76 pies			
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen = 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.597 pies^3			

Piso 62°F L=(42.64+29.52)x w=3x2xU=0.605x ΔT=30	7.858.23 Btu/h
Paredes 62°F L =29.52x w=14.76x2xU =0.3356 ΔT=30	8.774.36 Btu/h
Cielo raso	
Cajas metálicas W = 86 lbx28xCesp =0.12 x ΔT =36	10.402.56 Btu/h
Carga del producto Sobre congelamiento 29.585 lb x 72 x $\frac{36}{24}$	31.951.3 Btu/h
Congelamiento 29.585 lb x $\frac{95}{24}$	110.944.0 Btu/h
Bajo congelamiento 29.585 lb x 0.40 x $\frac{32}{24}$	15.778.0 Btu/h
Iluminación 10 x 200 x 3.41 x 1.25	8.525.0 Btu/h
Personal 4 (110 + 674)	3.136.0 Btu/h
Infiltración del aire 417 x 20.6	8.590.0 Btu/h
TOTAL	205.960.49 Btu/h

CAMARA "C"

Nombre: Conservación de carne de bovinos			
Temperatura ambiente 68°F Bulbo húmedo 65°F Temperatura de la cámara 32°F Humedad relativa 77% Dimensiones: Longitud 42.64 pies Ancho 29.52 pies Altura 1 .76 pies			
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen = 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3			

Piso 62°F L=(42.64+29.52)x w= 3x2xU = 0.605 x △T=30	7.858 23 Btu/h
Paredes 62°F L= 29.52x w=14.76xU = 0.3356 x △T=30	8.774.86 Btu/h
*Pared 5°F L= 21.32 x w=14.76xU = 0.277 x △T=30	-2.353 86 Btu/h
Cielo raso	
Carga del producto Sobre congelamiento 44.410 lb x 0.72 x $\frac{36}{24}$	47.962.8 Btu/h
Congelamiento 44.410 lb x $\frac{95}{24}$	175.789.0 Btu/h
Bajo congelamiento 44.410 lb x 0.40 x $\frac{32}{24}$	23.685.0 Btu/h
Iluminación 10 x 200 x 3.41 x 1.25	8.525.0 Btu/h
Personal 4 (110 + 674)	3.136.0 Btu/h
Infiltración del aire 417 x 20.6	8.590.0 Btu/h
TOTAL	281.967.03 Btu/h

* Colindante con cámara "D" a diferente temperatura

CAMARA "D"

Nombre: Congelación de carne con cisticercosis			
Temperatura ambiente 68°F		bulbo húmedo 65°F	
Temperatura de la cámara 5°F		Humedad relativa 77%	
Dimensiones: Longitud 21.32 pies		Ancho 14.76 pies	Altura 14.76 pies
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	6 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen: 21.32 x 14.76 x 14.76 = 4.644.7 pies^3			

Piso 62°F L=(21.32+29.52)x w=3xU=0.605x ΔT= -57	-5.259.65 Btu/h
*Pared 32°F L=14.76x w=14.76xU= 0.277 x ΔT= -27	-1.629.36 Btu/h
Pared 62°F L=14.76x w=14.76xU= 0.277 x ΔT= -57	-3.440.20 Btu/h
Cielo raso 32°F L=21.32x w=14.76xU= .605x ΔT= -27	-5.145.5 Btu/h
Carga del producto Sobre congelamiento 11.102 lb x 0.72 x $\frac{63}{24}$	20.982.8 Btu/h
Congelamiento 11.102 lb x $\frac{95}{24}$	43.945.0 Btu/h
Bajo congelamiento 11.102 lb x 0.40 x $\frac{5}{24}$	925.0 Btu/h
Iluminación 3 x 200 x 3.41 x 1.25	2.558.0 Btu/h
Personal 2 (110 + 674)	1.568.0 Btu/h
Infiltración del aire 262 x 29.2	7.650.4 Btu/h
Total	62.154.29 Btu/h

*Colindante con cámara "F" a diferente temperatura

CAMARA "E"

Nombre: Congelación de carne sospechosa			
Temperatura ambiente 68°F		Bulbo húmedo 65°F	
Temperatura de la cámara 5°F		Humedad relativa 77 %	
Dimensiones: Longitud 21.32 pies ancho 14.76 pies altura 14.76 pies			
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	6 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen: 21.32 x 14.76 x 14.76 = 4.644.7 pies^3			
Piso 62°F L=(21.32 + 29.52)x w=3 xU=0.605 x ΔT= -57			- 5.25[illegible].65 Btu/h
*Pared 32°F L=14.76x w=14.76 x U=0.277 x ΔT= -27			- 1.62[illegible].36 Btu/h
Pared 62°F L=(14.76 + 21.32) x w=14.76 xU=0.277x ΔT=-57			- 8.40[illegible].53 Btu/h
Cielo raso 32°F L=21.32x w=14.76 xU=0.605 x ΔT= -27			- 5.14[illegible].5 Btu/h
Carga del producto			
Sobrecongelamiento	11.102 lb x 0.72 x $\frac{63}{24}$		20.982.8 Btu/h
Congelamiento	11.102 lb x $\frac{95.0}{24}$		43.945.0 Btu/h
Bajo congelamiento	11.102 lb x 0.40 x $\frac{5}{24}$		925.0 Btu/h
Iluminación	3 x 200 x 3.41 x 1.25		2.558.0 Btu/h
Personal	2(110 + 674)		1.568.0 Btu/h
Infiltración de aire	262 x 29.2		7.650.0 Btu/h
		TOTAL	57.184.76 Btu/h

*Pared colindante con cámara "F" a diferente temperatura

CAMARA "F"

Nombre: Conservación carne de bovinos			
Temperatura ambiente 68°F Temperatura de la cámara 32°F Dimensiones: Longitud 21.32 pies		Bulbo húmedo 65°F Humedad relativa 77% Ancho 29.52 pies Altura 14.76 pies	
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen: 21.32 x 29.52 x 14.76 = 9.289.5 pies^3			
Piso 62°F L=(21.32+29.52)x w=3x2xU=0.605 x ΔT=30			5.536.48 Btu/h
Paredes 62°F L=(21.32+24.52)x w=14.76xU=0.277x ΔT=30			6.236.0 Btu/h
Carga del producto Sobre congelamiento 22.205 lb x 0.72 x $\frac{36}{24}$			23.981.4 Btu/h
Congelamiento 22.205 lb x $\frac{95.0}{24}$			87.894.79 Btu/h
Bajo congelamiento 22.205 lb x 0.40 x $\frac{32}{24}$			11.849.66 Btu/h
Iluminación 5 x 200 x 3.41 x 1.25			4.262.5 Btu/h
Personal 2 (110 + 674)			1.568.0 Btu/h
Infiltración del aire 208.5 x 20.6			4.295.0 Btu/h
		TOTAL	145.623.83 Btu/h

CAMARA "G"

Nombre: Conservacion de carne de ovinos.			
Temperatura ambiente 68 °F		Bulbo húmedo 65°F	
Temperatura de la cámara 32°F		Humedad relativa 77 %	
Dimensiones: longitud 42.64 pies ancho 29.52 pies altura 14.76 pies			
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volumen: 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3			
Piso 62°F L=42.64x w=3x2 xU=0.605 xΔT= 0			
* Pared 68°F L=42.64x w=14.76 xU= 0.3356 xΔT= 36		7.604.0	Btu/h
Paredes 62°F L=29.52 x w=14.76 x2 xU=0.3356xΔT=30		8.774.86	Btu/h
Cielo raso 68°F L=42.64x w=29.52xU= 0.60xΔT=36		27.194.4	Btu/h
Carga del producto			
Sobrecongelamiento	36.927 lb x 0.67 x $\frac{36}{24}$	37.111.6	Btu/h
Congelamiento	36.927 lb x $\frac{83.5}{24}$	128.475.0	Btu/h
Bajo congelamiento	36.927 lb x 0.30 x $\frac{32}{24}$	14.770.0	Btu/h
Iluminación	10 x 200 x 3.41 x 1.25	8.525.0	Btu/h
Personal	4 x 784	3.136.0	Btu/h
Infiltración de aire	417 x 20.6	8.590.0	Btu/h
	TOTAL	244.180.86	Btu/h

* Pared colindante con el exterior

CAMARA "H"

Nombre: Conservación carne de porcinos			Temperatura 68°F Bulbo húmedo 65°F	
Temperatura de la cámara 32°F Dimensiones: Longitud 42.64 pies		Ancho 29.52 pies	Humedad relativa 77% Altura 14.76	ies
Aislamiento Material Espesor	Paredes Poliuretano 4 pulgadas	Cielo raso Poliuretano 4 pulgadas	Piso Poliuretano 4 pulgadas	
Volúmen: 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3				
Paredes 62°F L=29.52 x w = 14.76 x 2 x U = 0.3356 x ΔT =30				8.774.86 Btu/h
Cielo raso 68°F L= 42.64 x w =29.52 x U = 0.60 x ΔT = 36				27.194.4 Btu/h
Carga del producto Sobre congelamiento	34.523 lb x 0.68 x $\frac{36}{24}$			35.213.5 Btu/h
Congelamiento	34.523 lbs x $\frac{86.5}{24}$			124.426.6 Btu/h
Bajo congelamiento	34.523 lb x 0.38 x $\frac{32}{24}$			17.492.0 Btu/h
Iluminación	10 x 200 x 3.41 x 1.25			8.525.0 Btu/h
Personal	4 x 784			3.136.0 Btu/h
Infiltración de aire	417 x 20.6			8.590.0 Btu/h
			TOTAL	233.353.06 Btu/h

CAMARA "I"

Nombre: Conservación carne de bovinos: Temperatura 68°F Bulbo húmedo 65°F			
Temperatura de la cámara 32°F		Humedad 77%	
Dimensiones: Longitud 42.64 pies Ancho 29.52 pies Altura 14.76 pies			
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas
Volúmen: 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3			

Paredes 62°F L=29.52 x w =14.76 x 2 x U = 0.3356 x ΔT = 30		8.774.86 Btu/h
Cielo raso 68°F L=42.64 x w =29.52 x U = 0.60 x ΔT = 36		27.194.4 Btu/h
Carga del producto Sobre congelamiento	44.410 lb x 0.72 x $\frac{36}{24}$	47.962.8 Btu/h
Congelamiento	44.410 lb x $\frac{95}{24}$	175.789.0 Btu/h
Bajo congelamiento	44.410 lb x 0.40 x $\frac{32}{24}$	23.685.0 Btu/h
Iluminación	10 x 200 x 3.41 x 1.25	8.525.0 Btu/h
Personal	4 x 784	3.136.0 Btu/h
Infiltración de aire 417 x 20.6		8.590.0 Btu/h
	TOTAL	303.657.0 Btu/h

CAMARA "J"

Nombre: Conservacion carne bovinos Temperatura 68°F Bulbo húm o 65°F				
Temperatura de la cámara 32°F Humedad relativa 77%				
Dimensiones: Longitud 42.64 pies Ancho 29.52 pies Altura 14.76 ies				
Aislamiento	Paredes	Cielo raso	Piso	
Material	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	
Espesor	4 pulgadas	4 pulgadas	4 pulgadas	
Volúmen 42.64 x 29.52 x 14.76 = 18.579 pies^3				
Paredes 62°F L=(42.64+59.04)xw = 14.76 xU= 0.3.356 x ΔT = 30				1 .111.86BTU/h
Cielo raso 68°F L = 42.64 x w = 29.52 x U = 0.60 xΔT = 36				2 .194.4 Btu/h
Carga del producto				
Sobre congelamiento	44.410 lbs x 0.72 x $\frac{36}{24}$			4 .962.8 Btu/h
Congelamiento	44.410 lbs x $\frac{95}{24}$			175.789.0 Btu/h
Bajo congelamiento	44.410 lbs x 0.40 x $\frac{32}{24}$			23.685.0 Btu/h
Iluminación	10 x 200 x 3.41 x 1.25			8.525.0 Btu/h
Personal	4 x 784			3.136.0 Btu/h
Infiltración de aire 417 x 20.6				8.590.0 Btu/h
			TOTAL	309.994.0 Btu/h

Para hallar las toneladas de refrigeración (T.R.), sumamos la transferencia de calor de todas las cámaras:

Qt = 2'071.872.71 Btu/hr

Como margen de seguridad de los cálculos se aconseja añadir un 10% a la carga total.

Qt = 2'071.872.71 x = 2.266.339.17

Qt = 2'266.339.17 Btu/hr.

Los equipos de refrigeración operarán aproximadamente 20 horas diarias, dejando margen para realizar mantenimiento de los equipos y a la vez dar descanso a los mismos, por lo tanto la capacidad para este tiempo es:

$$\frac{2'266.339 \times 24}{20} = 2'719.600 \text{ Btu/hr}$$

y $$TR = \frac{Qt}{12.000}$$ Ec. 4.7. Ref. (6)

$$T.R. = \frac{2'719.600}{12.000} = 226.6$$

T.R. = 226 toneladas de refrigeración

Se proyecta repartir esta capacidad de refrigeración a cinco compresores, de los cuales cuatro operarán continuamente y uno permanecerá en reserva.

4.2.1.9 CONSIDERACIONES GENERALES DEL CICLO TERMODINAMICO

La carga frigorífica total de la planta que es de 2'719.607 Btu/hr será repartida en cuatro compresores para trabajo - normal teniendo uno de emergencia, para las cámaras de conservación utilizaremos tres compresores a los que se repartirán la carga de 2'562.080.18 Btu/hr, cada compresor deberá tener capacidad para 71.1 T.R.. En las cámaras de congelación la carga es de 157.526.82 ó 13.12 T.R. aproximadamente. El compresor de emergencia también es de 71.1 T.R. de capacidad.

En lo posible deben escogerse equipos de iguales características, aunque el costo es un poco elevado y se requiera también mayor espacio para su instalación, entre las ventajas podemos citar:

- Flexibilidad en la producción de la planta, ya que - puede trabajar de acuerdo a la demanda, disminuyendo el consumo de poder.

- Si se presentara alguna falla o daño, la producción - no se paralizaría totalmente al tener un equipo en reserva, de ahí el compresor de emergencia.

- Facilidad para encontrar en el marcado equipos de baja capacidad.

- Posibilidad de mantener adecuado stock de repuestos para reparación de los equipos.

Temperatura de Sección (evaporación)

Con el fin de que el refrigerante pueda absorver calor del medio al que va a enfriar, la temperatura a la que el gas va a vaporizarse en los serpentines del evaporador, debe ser menor que la temperatura a ser mantenida en las cámaras de conservación y congelación.

Para el presente trabajo escogemos una diferencia de temperatura de 15°F, ya que las casas fabricantes de estos equipos recomiendan un T entre 10°F y 20°F, tendremos entonces para las cámaras de conservación Ts = 15°F, y Ts = 5-15 = - 10°F para uso en cámara de congelación.

De la tabla A.2 (Apéndice de Jordany Priester) obtenemos el calor total del vapor saturado de amoniaco a -10°F que es 608.5 Btu/lb., de igual manera para la temperatura de condensación que es de 86°F, en la misma tabla obtenemos 138.9 Btu/lb, lo que indica que hay transferencia de calor y su diferencia es el calor absorvido por libras de gas refrigerante que está circulando, a este fenómeno se lo conoce como "efecto refrigerante del fluído".

Efecto refrigerante = 608.5 - 138.9 = 469.6 Btu/lb.

Hecho este análisis consideramos ahora las toneladas de refrigeración calculadas para el matadero con el fin de proceder a determinar el tipo de equipo a ser utilizado.

La carga total de refrigeración es:

Qt = 2'719.607 Btu/hr

Esto es para 20 horas de operación, se utilizarán 5 compresores, de los cuales 4 trabajarán permanentemente y uno quedará en reserva. Todos los compresores operarán en el caso de que la planta tenga un 100% de producción, caso contrario y como se espera una producción entre 75 - 80 % que se considera normal, los compresores operarán de acuerdo a la necesidad.

Con la transferencia de calor total encontrado y que corresponde a 221.5 T.R. será necesario hacer un ajuste para que sea compatible con las características de los equipos que se encuentran en el mercado.

De los 2.719.600 Btu/hr, 2'562.080.18 Btu/hr correspondientes a la conservación de carne fresca, lo que representa aproximadamente 213 T.R. y 157.526.82 Btu/hr equivalentes a 13 T.R. y 157.526.82 Btu/hr equivalentes a 13 T.R. serán utilizados en los respectivos cámaras de conservación y congelamiento de carne. Esto representa aproximadamente 226TR.

Para las cámaras de conservación se considera el calor total de vapor saturado de amoniaco a 15°F, en la misma tabla A.2 encontramos que es 616.35°F de igual manera para la temperatura de condensación que es de 86°F en la misma tabla obtendremos 138.9 Btu/lb, por lo que el efecto refrigerante del fluído es:

Efecto refrigerante = 616.35 - 138.9 = 477.45 Btu/lb.

Temperatura de condensación del ciclo

Utilizaremos condensadores multitubulares enfriados por agua refrigerada en una torre de enfriamiento, ya que al contar con esta torre no es necesario el que la planta esté ubicada cerca a un sumidero de calor, sea este mar, lago o río, se puede utilizar el agua corriente.

Con la utilización de la torre de enfriamiento deben fijarse ciertos parámetros que son:

- Temperatura de bulbo húmedo promedio en Quito t_{bh}=65.0°F
- Aproximación al bulbo húmedo A = 5°F
- Temperatura del agua fría $t_a = t_h + A = 65.0 + 5 = 70.0$°F
- Temperatura del agua caliente t_i = 80°F
- Diferencia de temperatura Δt = 10°F

Para la operación del condensador estableceamos los siguientes parámetros:

- Temperatura de entrada de agua de enfriamiento
  ti = 70°F
- Temperatura de salida de agua de enfriamiento
  t2 = 80°F
- Diferencia mínima de temperatura entre la salida del agua de enfriamiento y la temperatura de condensación del refrigerante t = 16 °F
- Temperatura de condensación tc = 86°F
- Presión de condensación (correspondiente a la temperatura de condensación) Pc = 169.7 psia.

4.2.1.h SELECCION Y TRAZADO DEL CICLO

En el matadero frigorífico usaremos el ciclo termodinámico-tradicional de acuerdo al diagrama p-h representado en la figura 4.6.

1.2 Compresión del vapor
2.3 Enfriamiento y condensación del vapor a presión constante
3.4 Subenfriamiento del líquido en las tuberías
4.5 Expansión isentalpica en la válvula de expansión
5.6 Vaporización del líquido en el evaporador a presión constante
6.1 Recalentamiento del vapor en las tuberías

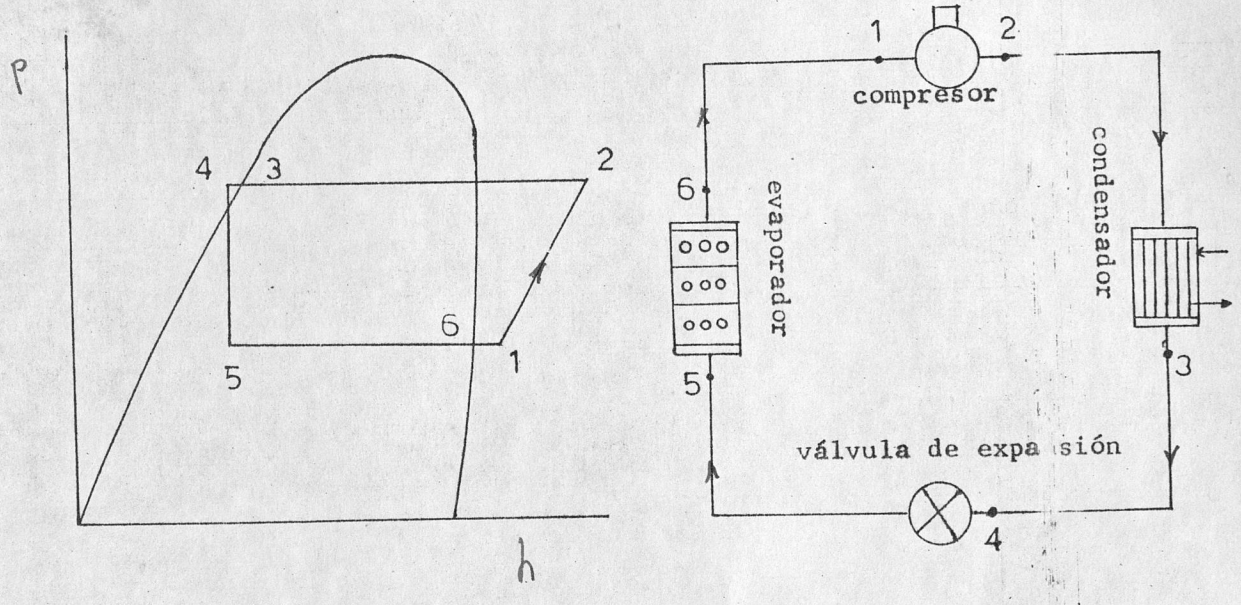


Figura 4.2.1.h Ciclo termodinámico

Es fundamental determinar sí la compresión se la efectúa en una sola etapa o en dos etapas, la práctica recomienda un ciclo de dos etapas cuando:

$$\frac{\text{Presión de condensación}}{\text{Presión de evaporación}} = 7$$; en el caso de operar con amoníaco. REF. (19).

Aplicando esta relación a nuestro proyecto :

$\frac{169.7}{43.1} = 3.93$ Por lo que adaptamos el ciclo termodinámico teórico de una sola etapa, para la compresión.

Determinados los puntos del ciclo en el diagrama p-h, asumimos que el refrigerante abandona el condensador como liquido saturado a $t_3 = 86°F$, y que antes de llegar a la válvula de expansión se subenfria 10°F lo que en la práctica es posible, por tanto $t_4 = 76°F$.

La Temperatura de salida del refrigerante de la válvula de expansión, que es la misma que la de evaporación es $t_5 = 15°F$, la determinaríamos como temperatura de sección, asumiendo que el refrigerante deja el evaporador como vapor saturado seco y con una caída de presión despreciable, tendremos que $t_6 = 15°F$ también. La temperatura de succión depende de la longitud de la tubería y de su instalación. En la temperatura t_1 se acepta como normal un recalentamiento de 10°F al ser aspirado por el compresor el refrigerante. REF. (19).

Trazado del ciclo.

$t_1 = 25°F$	$h_1 = 621.5$ Btu/lb
$t_2 = 198°F$	$h_2 = 705$ Btu/lb
$t_3 = 86°F$	$h_3 = 138.9$ Btu/lb
$t_4 = 76°F$	$h_4 = 127.4$ Btu/lb
$t_5 = 15°F$	$h_5 = 127.4$ Btu/lb
$t_6 = 15°F$	$h_6 = 616.5$ Btu/lb

El punto 2 es determinar partiendo del punto 1 y asumiendo - una compresión isoentrópica, así como también considerando - iguales las presiones de descarga del compresor y la de condensación.

Este ciclo está representado en el gráfico 4.2.1 (a)

4.2.1.i CARACTERISTICAS DEL CICLO TERMODINAMICO

Caudal másico.- La cantidas de Amoniaco (NH3), que debe desplazar el compresor para asuministrar la potencia frigorifica de la planta está dado por:

$$m = \frac{Q_f}{h_6 - h_5} \qquad \text{Ec. 4.8 REF. 7}$$

Donde:

m = caudal másico de amoníaco

Q_f = potencia frigorífica requerida 2'303.700.4 Btu/hr

h_6 = entalpía del refrigerante a la salida del evaporador 616.5 Btu/lb

h_5 = entalpía del refrigerante a la entrada del evaporador 127.4 Btu/lb.

$$m = \frac{2'562.080.18 \text{ Btu/hr}}{616.3 - 127.4 \text{ Btu/lb}} = 5.238.4 \text{ lb/hr}$$

$m = 5.238.4$ lb/hr

Este caudal másico será repartido en tres compresores, para cámaras de conservación:

Potencia: Teórico del compresor.- Viene dada por:

$P_t = m\ (h_2 - h_1)$ Ec. 4.9 REF. 7

$\frac{m}{3} = \frac{5.238.4\ lb/hr}{3}$

$m = 1.746.1\ lb/hr$

$P_t = 1.746.1\ lb/hr\ (705-621.5)\ Btu/lb$

$P_t = 145.799.35\ Btu/hr$

Potencia calorifica teórica evacuada en el condensador.- El igual a:

$Q_c = m\ (h_2 - h_3)$ Ec. 4.10 REF. 7

Q_c = potencia calorifica teórica evacuada en el condensador

m = caudal másico de refrigerante 5.238.40 lb/hr

h_2 = entalpia del refrigerante a la descarga del compresor 705 Btu/lb

h_3 = entalpia del refrigerante a la salida del condensador 138.9 Btu/lb

$Q_c = 5.238.4\ lb/hr\ (705 - 138.9)\ Btu/lb$

$Q_c = 2.965.458.24\ Btu/h$

Potencia frigorifica especifica.- Está dada por:

Pf = Qf/Pt 4.11 Ref. 21

Pf = potencia frigorífica específica
Qf = potencia frigorífica requerida 2'362.080.18 Btu/hr
Pt = potencia teórica del compresor 145.799.35 Btu/hr

$$Pf = \frac{2'562.080.18 \text{ Btu/hr}}{145.799.35 \text{ Btu/hr}} = 17.5 = \frac{854.026.12}{48.599.78}$$

Pf = 17.5

La potencia frigorífica requerida se va a repartir en tres compresores (Qf/3); (Pt/3).

4.2a CALCULO Y SELECCION DEL EQUIPO FRIGORIFICO

4.2a.1 Compresores.- El compresor por el hecho de ser el que suministra trabajo al sistema es una de las cuatro partes fundamentales de un sistema de refrigeración, junto con el condensador, la válvula de expansión a su equivalente y el evaporador.

Con el objeto de mantener en el evaporador una determinada presión, el compresor debe ir extrayendo el vapor a medida que este se vaya produciendo. Si la carga en el evaporador es pequeño, se necesitará evaporar poco refrigerante y la succión del compresor podrá causar una reducción en la presión del evaporador, la misma que continuará hasta que la diferencia de temperatura entre el espacio refrigerante y -

el evaporador sea justamente la adecuada para generar suficiente vapor para que haya un desplazamiento en el pistón del compresor. Por otro lado si la carga es excesiva en el evaporador, el vapor será generado rápidamente a una temperatura relativamente alta en el evaporador, pudiendo estar el compresor sobrecargado, esta es la razón por la cual el cálculo del compresor está intimamente ligado a la carga refrigerante del evaporador.

4.2a.2 SELECCION DEL COMPRESOR

Para la selección del compresor se toman en cuenta principalmente dos factores:

a) Volúman a desplazar, y
b) relación de compresión

también se consideran los siguientes criterios:

- Espacio y peso
- Regularidad de funcionamiento en el caudal desplazado y en el par resistente
- Generación de vibración y ruido
- La polución del refrigerante por el aceite
- La forma característica de la curva caudal-presión.

Practicamente el caudal a desplazar es el factor predominante para seleccionar el compresor, además existen ciertas recomendaciones que son:

a) Para caudales menores de 35.290 pies^3 /hr es recomendable usar compresores a pistón alternativos o recíprocos.
b) Para caudales superiores a 52.935 pies^3 /hr se utilizan - compresores centrífugos.
c) Para caudales intermedios entre los dos anteriores, com - presores a tornillo.
d) Con caudales extremadamente grandes es necesario usar com prensores axiales a pesar de que éstos son raramente usa- dos.
e) Para razones de compresión arriba de 2.8 deben usarse com presores a pistón alternativo.

En el caso concreto de nuestra planta, como tenemos una razón - de compresión mayor a 2.5 (7.5) y un caudal inferior a 52.935 - pies^3 /hr utilizaremos compresores de pistones alternativos, de de acuerdo con el modelo de fabricación de la marca escogida.

4.2a.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL COMPRESOR

a) Determinación del caudal volumétrico Vr

Vr = m x Vi, donde Ec. 4.12 Ref. (5)
Vr = caudal volumétrico real
m = caudal másico 1.746.1 lb/hr
Vi = volúmen específico del refrigerante en la aspiración del compresor, determinado gráficamente en el diagrama - t = 15°F, 6.565 pies^3 /lb (p = 43.1 psi)

$Vr = 1.746.1$ lb/hr x 6,565 ^{3}/lb $= 11.463.9$ pies^3/hr

$Vr = 11.463.1$ pies^3/hr

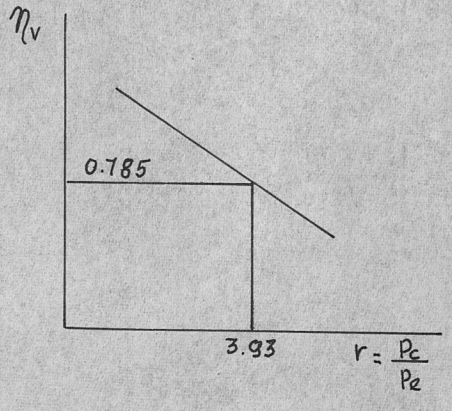
b) Rendimiento volumétrico

Es necesario calcular el rendimiento volumétrico del compresor, el mismo que está influinciado por los siguientes parámetros:

- Parámetros de construcción del compresor
  - Relación entre espacio muerto y espacio barrido por el piston
  - Diámetro de los cilindros
  - Forma y disposición de las válvulas del compresor
  - Enfriamiento del cilindro
- Parámetros de funcionamiento del compresor
  - Naturaleza del refrigerante desplazado
  - Relación de compresión
  - Estado del fluido en la aspiración
  - Velocidad de rotación
  - Cantidad de arrastre de aceite del compresor
- Parámetros que influyen en las imperfecciones del compresor

- Fuga entre piston y cilindro
- Fuga en la válvula de aspiración
- Fuga en la válvula de descarga

Por todos los parámetros anteriormente anotados, se hace bastante difícil determinar analíticamente la eficiencia volumétrica del compresor, por lo que en la práctica se utilizan diagramas establecido, a partir de resultados en las pruebas de fábrica, en base a la razón de compresión.



Utilizando el gráfico de rendimiento Volumétrico, basado en la razón de compresión para todo tipo de compresores y fluidos considerados, obtenemos valores bastante aceptables

Entrando en dicho gráfico con r= 3.93, obtenemos un rendimiento volumétrico igual a 0.785. REF. (19)

c) Caudal volumétrica teórico .- Vt

Vt = Vr/ Ec. 4.13 Ref. (5)

Vr = 11.463.1 ^{3}/hr

= 0.785

$$Vt = \frac{11.463.1}{0.785} = 14.602.7 \ ^3/hr \quad Vt = 14.602.7 \ ^3/hr$$

$Vt = \frac{11.463.1}{0.785} = 14.602.7$ Pies^3/hr Vt = 14.602.7 ^{3}/hr

d) Tipo de impulsión del compresor.-

Puede impulsarse de dos formas:

a. Transmisión directa
b. Transmisión a correa

El segundo tipo de impulsión se lo utiliza para accionar compresores de baja velocidad, utilizando bandas y poleas, aumentando por tanto espacio y peso fundamentalmente.

Como el tipo moderno de compresores es de alta velocidad, - utilizaremos la transmisión directa.

e) Velocidad de rotación.-

El compresor con impulsión directa rotará a la misma velocidad del motor.

Por el costo y facilidad de adquisición se usan motores de corriente alterna de inducción, en estas condiciones el número de velocidades posibles se limita, dependiendo del número de polos del motor de inducción, y frecuencia de 60 ciclos que es la de nuestro medio, tenemos:

2	polos	3.500 r.p.m.
4	polos	1.750 r.p.m.
6	polos	1.175 r.p.m.
8	polos	875 r.p.m.

Para compresores de amoniaco es recomendable velocidades entre 250 y 1.800 r.p.m. (Ref. 1) por lo tanto se utilizarán 1.175 r.p.m., o sea motores de inducción de 6 polos.

4.2a.4 Cálculo teórico de las características particulares del compresor

Como la compresión en los compresores modernos de simple efecto se realiza solo sobre una cara del pistón, utilizaremos, compresores de este tipo.

Tenemos que asumir un valor para el diámetro del pistón, por lo regular los fabricantes de compresores frigoríficos toman un diametro entre 4 y 4 1/2" (pulgadas). Si la carrera del pistón es "L" la relación L/d para compresores de amoniaco debe estar entre 1.1 y 1.3 (Ref. 21), asumimos esta relación como 1.1 por lo que con d = 4.5", L =4.95"

La velocidad del pistón viene dada por:

$V = \frac{2L\,n}{60}$ Donde Ec. 4.14 Ref. (5)

V_L = velocidad lineal en pies/segundo
L = carrera del pistón 4.95"
n = r.p.m. 1.175

$V_c = \frac{2 \times 4.95 \times 1.175}{60 \times 12} = 16.1$ pies /segundo

Ve = 16.1 pies/segundo

valor de velocidad que está dentro de los limites, 6,56 pies/segundo 16.4 pies/segundo (Ref. 5).

El caudal volumétrico teórico para un cilindro está dado por:

$V_{tu} = \frac{\pi d^2}{4} \times L \times n$ donde Ec. 4.15 (Ref. 5)

V_{tu} = caudal volumétrico teórico unitario o para un cilindro

d = diámetro del cilindro

L = carrera del pistón

n = r.p.m. 1.175 x 60 = 70.500

Luego obtenemos:

$$Vtu = \frac{\pi \times (4.5)^2 \text{ in}^2 \quad \text{pies}^2}{4 \times (12)^2 \text{ in}^2} \times \frac{4.45 \text{ in pies}}{12 \text{ in}} \times 70.500 \text{ r.p.m.} =$$

$= 3.211.9 \text{ pies}^3/h$

$V_{tu} = 3.211.9 \text{ pies}^3/h$

Anteriormente calculamos el volúmen teórico total
Vt = 14.602.7 pies^3/h, siendo Z = número de cilindros del compresor tenemos:

Ec. 4.16 (Ref. 5) $Z = Vt/V_{tu} = \frac{14.602.7}{3.211.9} = 4.56$ 4 cilindros

En vista de que no se encuentran en el mercado compresores de 5 cilindros, adoptamos uno de 4 cilindros, establecemos la carrera del pistón para el compresor requeridos:

$V_{tu} = \frac{14.602.7}{4} = 3.650.6 \text{ pies}^3/h$

Ec. 4.17 Ref. (5) $L = \frac{Vtu \times 4}{\pi d^2 n \times 60} = \frac{3.650.6 \times 4 \times 1.728}{\pi \times (4.5)^2 \times 1175 \times 60} = 5.6in$

L = 5.6 in

$\frac{L}{d} = \frac{5.6}{4.5} = 1.2$ valor aceptable comparado con el requerido de

calculando la velocidad lineal

$Vc = \frac{2 Ln}{60} = \frac{2 \times 4.5 \times 1.175}{60} = 176.2 \text{ in/seg.}$

Vl = 14.68 pies/seg.

Compresores Vilter de simple acción.-

Estos compresores son ofrecidos en modelos con capacidad desde 20 hasta 200 H.P.. El diametro y la carrera del pistón son: 4 1/5"x 3 1/2" y con 2, 4, 6, 8, 12 y 16 cilindros, y una velocidad de 1.000 R.P.M. con acople directo.

Son construidas para usarlas estrictamente con amoniaco.
Relación L/d .- 3.5/4.5 = 0.78 bajo en relación al permisible.
Velocidad.- Utilizando un motor de inducción 1.000 R.P.M.

Velocidad lineal del pistón.- Ec. (4.14)

$Vc = \frac{2 \times 3.5 \times 1.000}{60 \times 12} = 9.72 \text{ pies/seg.}$

Vc = 9.72 pies/seg. que es un valor bastante aceptable.

Caudal volumétrico teórico para un cilindro.-

Por la Ec. (4.15) Ref. (5)

$$Vtu = \frac{\pi \times (4.5)^2 \times 3.5 \times 60.000 \ in^3 \ pies^3}{4 \times 1.728 \quad in^3 \quad h} = 1.932.81$$

$Vtu = 1.932.81 \ pies^3/h$

Número de cilindros Ec.(4.16) Ref. (5)

$$Z = Vt/Vtu = \frac{14.602.7}{1.932.81} = 7.55$$

Z = 8 cilindros

Si seleccionamos este compresor debemos tomar el modelo 448 con capacidad de hasta 74.5 tons.

Conclusión:

Una vez analizadas las características de los posibles modelos de compresores, seleccionaremos el que más conviniere - para la planta.

El compresor "SABROE" por ser de 8 cilindros tiene una alta velocidad lineal del pistón (11.28 pies/seg.), lo que implica un rápido desgaste de las camisas, la relación L/d = 0.79 es algo baja pero tolerable para operar con amoniaco.

El compresor 'SAMIFI' modelo Centauro, posee una alta velocidad lineal del pistón, 13.39 pies/seg., implicando también - desgaste de pistones y camisas, por lo que no es conveniente, tiene también una baja relación L/d = 0.875, por ser de dos pistones, no tiene regulación de capacidad de carga.

El compresor seleccionado es el modelo 448 marca Vilter de 8 cilindros con capacidad de refrigeración de 74.5 tons, 82.2 H.P.

En este modelo de compresor se pueden anotar las siguientes características:

Dimensiones:.- Longitud 89 in, ancho 36 in, altura a la descarga del compresor, 49 in y altura hasta el eje del generador 20 in, posee regulación automática de capacidad, al mismo tiempo descargadores automáticos permiten arrancar al compresor prácticamente sin carga, reduciendo así la demanda de poder al arranque, eliminando el excesivo torque del motor. Los compresores V M C de 6 cilindros tienen reducción de capacidad de acuerdo a las necesidades, divididas en etapas, - 0%, 33%, 66% y 100%, pudiendo añadirse etapas adicionales - con la simple inclusión de un mecanismo de descarga de cilindros, para lo que se proveer de un sistema de control unimetic Vilter.

Otras características son:

- reducidos gastos de instalación

- manejo simplificado y fácil recambio de piezas
- los compresores se suministran como grupos, en los que todas las tuberías internas están totalmente montadas hay que acoplar los tubos de aspiración y de impulsion asi como las conexiones eléctricas
- operación libre de vibraciones casi silenciosa, pueden instalarse sin fundaciones especiales, lo que es económicamente ventajoso en relación a la instalación
- protegido automáticamente

Calculo de la potencia del motor del compresor.-

La potencia teórica del motor del compresor se la determina a partir de la diferencia de entalpías refrigerante en el - compresor.

$$P_t = \frac{m\,(h_2 - h_1)}{2.545}$$ Ec. 4.18 REF. (11)

en la que:

P_t = potencia teórica del motor en KW

m = caudal másico 1.746.1 lb/h (son tres compresores)

m = lb/min.

h_2 = entalpía del refrigerante después del compresor 705Btu/lb

h_1 = entalpía del refrigerante antes del compresor 621.5Btu/lb

$$Pt = \frac{1.746.1 \text{ lb/h } (705 - 621.5) \text{ Btu/lb}}{2.545} = 57.3 \text{ H.P.}$$

Pt = 58 H.P.

La potencia real del motor es calculada por:

$$Pr = \frac{1.25 \times Pt}{} \quad 4.19 \text{ (Ref. 7)}$$

Pt = potencia teórica H.P.
= eficiencia mecánica que se considera aceptable un valor de 0.90 para compresores de amoniaco
= rendimiento indicado, aproximadamente igual al rendimiento volumétrico del compresor 0.785

1.25 factor de seguridad para el arranque del motor (25%).

$$Pr = \frac{1.25 \times 58}{0.90 \times 0.785} = 101.3 \text{ H.P.}$$

El motor tendrá las siguientes características:

- potencia aproximada 100.0 H.P. (68.6 KW)
- voltaje 220 voltios
- velocidad 1.000 R.P.M.
- tipo trifásico de inducción, blindado para resistir condiciones adversas de trabajo.

El modelo del compresor para las dos cámaras de congelación lo obtenemos también del catálogo de Vilter, siguiendo el mismo análisis que para los anteriores y tomando en cuenta la -

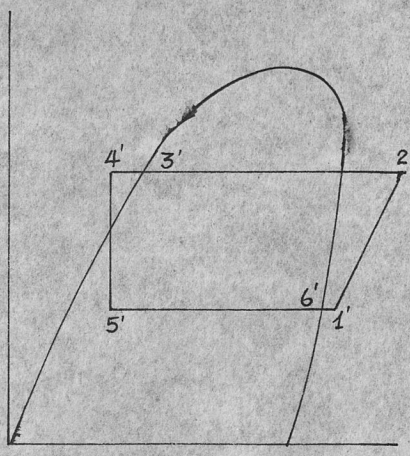
capacidad de las cámaras que es de 13.0 T. R. el que más se aproxima con una T_s = -10 °F es el:

Compresor marca Vilter

modelo VMC - 448 31.6 B.H.P.
capacidad 17.1 T. R.

Motor: Potencia aproximada: 60 H.P. (45.0 KW)
Voltaje 220 voltios
Velocidad 1.000 R.P.M.
Tipo trifásico blindado

CICLO PARA LAS CAMARAS DE CONGELAMIENTO



$t_{1'}$ = 0°F $h_{1'}$ = 611.0
$t_{2'}$ = 258°F $h_{2'}$ = 741.6
$t_{3'}$ = 86°F $h_{3'}$ = 138.9
$t_{4'}$ = 76°F $h_{4'}$ = 127.4
$t_{5'}$ = -10°F $h_{5'}$ = 127.4
$t_{6'}$ = -10°F $h_{6'}$ = 608.5

t_1 = 0°F considerando con recalentamiento de 10°F por la - succión del compresor

t_2 = 258°F por el diagrama de Mollier y tablas de NH3 con p = 169.7 pies

el flujo másico es: por la Ec. 4.8 REF. (7)

$$m = \frac{Q_f}{h_{6'} - h_{5'}} = \frac{157.526.82}{608.5 - 127.4} = 32.7.4 \text{ lb/h de } NH3$$

La potencia del compresor es:

$$P_t = \frac{m\,(h_{2'} - h_{1'})}{2.545} = \frac{32.7.4\,(741.6 - 611)}{2.545} = 16.8 \text{ H.P.}$$

$P_t = 16.8$ H.P.

La potencia real considerando un factor de seguridad para arranque de 25% es:

$$P_r = \frac{1.25 \times 16.8}{0.90 \times 0.785} = 29.72 \text{ H.P.}$$ Ec. 4.19 REF. (7)

$P_r = 30$ H.P.

Diseño de 300 psig, excepto para los separadores de 12" y 16" que téenen una presión de diseño de 250 psig. Están construídos bajo presiomes para recipientes, llevan marcado el código.

Otras ventajas son:

- Están construídos con cámaras acústicas y cribas atenuadoras-depuradores de aceite.

- Las conexiones están en línea. La instalación es simple aunque se requiere soportes adecuados.

- La válvula de fletador usada es externa. Una válvula de parada aisla la válvula de flotador para servicio y mantenimiento.

- No se requiere carga inicial de aceite.

De la tabla (22) de Vilter obtenemos el separador de tamaño nominal 20 ' x 12", cuyas características son:

tamaño de la entrada de gas	2 1/2 pulg.
longitud total	20 pulg.
tamaño de la salida de gas	2 1/2 pulg.
centro de seguridad	3 pulg.
centro para drenaje	10 3/16 pulg.

Para el compresor de las cámaras de congelación, el tipo de separador de aceite lo obtenemos del mismo catálogo (tabla 22),- tamaño nominal 18" x 8", cuyas características con:

tamaño de la entrada de gas	2 pulg.
longitud total	18 pulg.
tamaño de la salida de gas	2 pulg.
centro de seguridad	3 pulg.
centro para drenaje	8 1/16 pulg.

4.2b. EVAPORADORES

En el evaporador el refrigerante por el calor extraido de las cámaras , hierve y se transforma en vapor. La diferencia de temperatura debe ser mínima, por lo que el evaporador debe ser construido de tal manera que ofresca la menor resistencia a la transferencia de calor.

4.2b.1 Seleccion del tipo de evaporador

Existen muchos tipos de construcción, podríamos clasificarlos en:

a) Según su colocación con respecto al tanque de salmuera, teniendo evaporadores separados y evaporadores integrales, como este tipo no nos interesa, por ser nuestro sistema de expansión directa, no lo consideramos.

b) Según su funcionamiento

Evaporadores Secos

Son aquellos que tienen serpentines corrientemente doblados formando una tubería continua y el líquido es suministrado a través de una válvula de regulación. El vapor producido en la válvula de regulación ocupa tanto espacio en la primera parte del serpentín, lo que impide se deposite gran cantidad de líquido, este líquido es soplado por el vapor en el serpentín.

Este tipo de evaporador no es tan eficiente como en el caso

de que hubiera estado el liquido en contacto con toda la superficie interior del serpentin.

Evaporadores inundados.-

En estos evaporadores se asegura el contacto del liquido con toda la superficie interior del serpentin del vapor debe ser baja para evitar que el liquido sea transportado rápidamente, la evaporación se convierte en una ebullición violenta siendo impulsadas por burbujas de vapor a la parte superior de - la tubería del evaporador.

Para evitar el paso de liquido a la tubería de succión, los evaporadores inundados deben tener un separador de liquido,- o lo que es lo mismo una cámara bastante grande, permitiendo que el liquido se separe al reventarse las burbujas de vapor; pasando solo vapor a la succión.

La baja velocidad del vapor se obtiene dividiendo al evaporador en muchas secciones cortas de tubería, a través de las - cuales el refrigerante pasa en paralelo. En los evaporadores secos sucede todo lo contrario. En los evaporadores inundados se tiene una mejor utilización de la superficie de enfriamiento y en consecuencia un más alto rendimiento.

Este tipo de evaporadores se los utiliza sobre todo en sistemas de refrigeración que utilizan salmuera, tal el caso de - las plantas de hielo.

Para la selección de los evaporadores se deben tomar en cuenta los siguientes consideraciones:

1. Coeficiente de transmisión.-

Un mejor coeficiente de transmisión proporcionará una superficie más pequeña del evaporador, la misma que representa menor costo del evaporador y disminución de la superficie de instalación, además la diferencia de temperaturas entre los fluidos será menor representando ahorro de fuerza motriz, esta transmisión puede variar de acuerdo a:

- La resistencia térmica de las paredes y de las películas de las superficies, (la resistencia de las superficies dependen de la velocidad de los fluídos).

- Acumulación de hielo en los serpentines

- Porcentaje de la superficie del evaporador mojado por el liquido refrigerante

- La velocidad de los fluídos

2. Tubos verticales.-

El rendimiento de un evaporador es directamente proporcional a la superficie del evaporador que está en contacto con el refrigerante liquido, puesto que ocurre un aporte de calor latente, lo que no ocurre en el re-

calentamiento, donde hay aporte de calor sensible. - Cuando los tubos son relativamente cortos , un gran - porcentaje de su superficie está en contacto directo- con el refrigerante, lo que influye en el rendimiento del evaporador.

3. Tubos horizontales.-

En estos se establecen dos capas superpuestas, la superior de gas refrigerante y la inferior de liquido - refrigerante, cuando no se dispone de un regulador de flujo de liquido, se forman bolsas de gas que arrastran el liquido evaporándolo, disminuyendo entre la - superficie del evaporador y liquido refrigerante, bajando por consiguiente el rendimiento del evaporador.

Para el caso de las cámaras frigorificas de matadero los evaporadores son del tipo de circulación de aire- forzado, ya que el sistema de enfriamiento es por expansión directa del refrigerante, en este tipo de evaporador se utilizan tubos horizontales con aletas, - son de construccion fuerte y resistentes a la corrosión y a la accion química de refrigerante, en este - caso el amoniaco (NH3). Estos requisitos los reúne el evaporador de marca Vilter, el mismo que es de fácil- adquisición en el mercado local.

4.2b.2 Caracteristicas del evaporador seleccionado.-

Entre las principales características podemos mencionar:

- Alimentación a cabezal de gas caliente (refrigerante) - por medio de un bypass para proveer flujo uniforme dentro de cada circuito para descarchamiento rápido.

- Equipo automático de gas caliente para descarchamiento

- Flujo de aire horizontal, Descarga ajustable

- Conexión directa de los motores de los ventiladores

- Velocidad de los motores lenta, utilizados con diámetro de ventiladores grades de marcha silenciosa, distribución de aire sobre toda la superficie del serpentín, lo que eleva el rendimiento del mismo.

- Motores herméticos y con protección térmica de sobrecarga.

- Este diseño mantiene una velocidad del aire a través - del serpentín de 600 pies por minuto.

- Aletas espaciadas 1/4 de pulgada

- Serpentines fabricados de acero extra fuerte alternados en la dirección del flujo de aire para obtener máxima- turbulencia del aire y alta capacidad de transferencia de calor.

- Los serpentines son de acero galvanizado en caliente - después de su fabricación.

- Los tubos empleados son de 1 1/4" de diámetro y las aletas tienen como dimension 2" x 2".

- Son construidos para montarlos en el cielo raso

Este sistema produce un enfriamiento rápido y uniforme en - el ambiente de la cámara lo que no sucede con los serpentines de enfriamiento por circulación natural.

El coeficiente de transmisión de calor del tubo de acero - con aletas por unidad de superficie y diferencia de temperatura de 1°F entre la temperatura del refrigerante y de la - cámara es:

3.35 $\frac{\text{Btu}}{\text{pies}^2 - \text{h} - {}^\circ\text{F}}$ (Catálogo de evaporadores Vilter)

con una velocidad de circulación del aire entre 600 y 800 - pies/min.. Estos coeficientes han sido obtenidos experimentalmente de pruebas con serpentines de esta clase e incluyen las conductancias de superficie entre el tubo y el refrigerante y entre las superficies exteriores del tubo y aletas- con el aire en circulación, a más de la conductividad del - acero.

La selección de los evaporadores se la hará para cada cámara de refrigeración.

Cámara "A".- Tenemos una carga de refrigeración de 227.797.33 Btu/h que se la repartirá en dos evaporadores.

Superficie del serpentín.-

Partimos de la fórmula

$Q = U\ A\ (tm - t6)$ (Cap 5 C. Wesley Nelson) Refrigeración Comercial e Industrial

Tm = temperatura de la cámara

Q = 227.797.33 Btu/h

como vamos a instalar dos evaporadores, la carga frigorífica se reparte teniendo.

Q = 113.898.66 Btu/h

$113.898.66 = 3.35\ A\ (32-15)$

$$A = \frac{113.898.66}{3.35 \times 17} = 1.999.9 \text{ pies}^2$$

$A = 1.999.9 \text{ pies}^2 = 2.000 \text{ pies}^2$

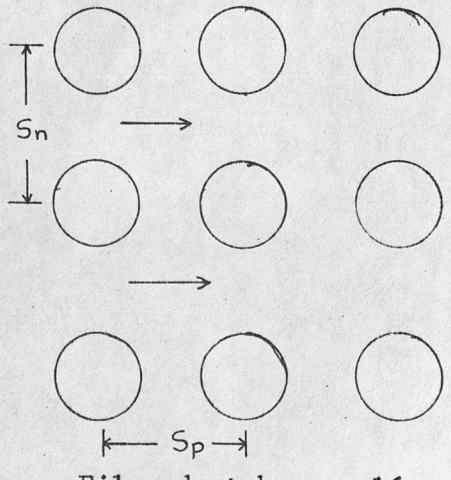
Esta área es la necesaria para la transferencia de calor - de la cámara al evaporador, y comprende el área de las aletas más el área de los tubos. Las aletas orientan la superficie de transmisión de calor reduciendo el tamaño del evaporador y el costo. El diametro de los tubos es 1 1/4".

Para establecer el número de tubos, necesariamente hay que regirse a los catálogos de los fabricantes, puesto que una vez conocida el área de transferencia de calor, las dimensiones que se le puede dar al evaporador son múltiples.

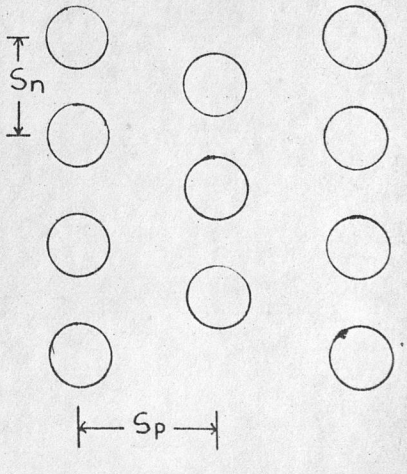
Comparando modelos de diversos fabricante se puede fijar el número de tubos en 11 (sentido de altura) y 11 a lo ancho - del evaporador, lo que da un total de 121 tubos.

Este número de tubos también puede ser determinado aproximadamente de acuerdo a lo establecido en la Ref. (19) Curso - de transferencia de calor de Arthur Foster (E.P.N.)

Ha establecido una tabla para arreglo de tubos en intercambiadores, pudiendo instalarlos en línea o escalonados.



Filas de tubos en línea



Filas de tubos escalonados

	Sn/d	1.25	1.50	2.00	REF. (19)
Arreglo	Sp/d				
En línea	1.25				
	1.50				
	2.00				
Escalo-	1.25				
nadas	1.50				
	1.20				

De la tabla tomamos un valor de $S_n/d = 2.00$, conocido el diámetro del tubo establecemos Sn.

Sn = 2.00 x 1.25 pulg. = 2.50 pulg. separación de tubos en sentido vertical

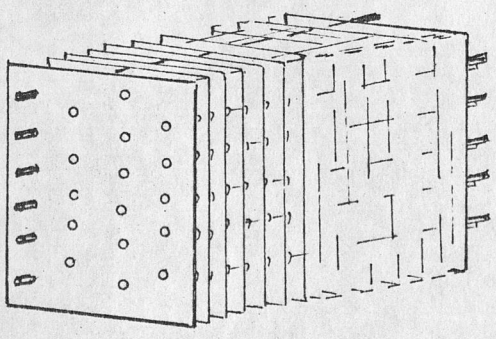
Sn = 2.50 pulg.

Como tenemos altura del evaporador h= 27 1/8" = 27.125 pulg. para hallar el número de tubos
27.125/2.50 = 10.85 11 tubos

De igual manera tomamos para tubos escalonados sp/d=1.50; d = 1.25 pulg.
Sp = 1.50 x 1.25 = 1.875 pulg separación de tubos en sentido horizontal

El ancho del evaporador es de 20 pulg. por tanto:
20/1.875 = 10.66 11 tubos

Tendremos en consecuencia 121 tubos en el evaporador



área de 1 aleta = 27.125 x 20 = 542.5 pulg.^{2} = 3.77 pies^2 - como la transferencia de calor se efectúa sobre las dos caras de la aleta. A= 7.54 pies^2.

El número de aletas aproximado será: $\frac{2.000}{7.54}$ = 265 aletas

Para este número de aletas la longitud del evaporador será; 265 x 1/3 pulg. = 88.4 pulg.

Se asume que por cada pulgada de longitud del tubo hay 3 aletas.

Comprobación de la superficie total de transmisión de calor

Area de la aleta = 27.125 x 20 = 542.5 pulg.^{2}

Area de los huecos con d = 1.25"

A = 121 x $(1.25)^2$ x 0.785 = 148.4 pulg^2

Area neta de la aleta = 542.5 - 148.4 = 394.1 pulg.^{2}=2.74p.^{2}

Area transferencia = 5.48 pies^2 (dos caras)

Area aletas total = 265 x 5.48 = 1.452.2 pies^2

Area de tubos = 121 $(1.25)^2$ x 0.785 = 148.4 = 1.03 pies^2/ -
/pies lineal

$1.03 \times \frac{88.4}{12} = 7.36$ pies^2

A total = 1.452.20 + 7.36 = 1.459.55 pies^2

At = 1.459.55 pies^2

Comparando esta área con la encontrada inicialmente es menor por lo que para determinar el número de aletas más aproximado es necesario repetir el análisis anterior hasta obtener un área que concuerde con la hallada inicialmente. Hecho este análisis se encuentra que el número de aletas es de - 3.63 distribuídas a razón de 3 aletas por pulgada. La longitud del serpentín es:

3.63 x 1/3 pulg. 120 pulg.

Estamos en condiciones de poder seleccionar el evaporador - puesto que conocemos las dimensiones del catálogo de Vilter obtenemos que para las dimensiones del evaporador:

L = 120 pulg, h = 27" 1/8 y W= 20", el modelo de evaporador es: VMG 7.100 con una capacidad de 7.100 Btu/h por grado de

diferencia entre la temperatura de la cámara y el refrigerante, con un desplazamiento de 16.000 pies^3/min de aire, 4 ventiladores de 1/2 H.P. cada uno.

En conclusión para la cámara "A" escogemos dos evaporadores tipo VHG 7.100

Con un procedimiento similar se realiza la selección de los evaporadores para las otras cámaras.

A continuación, se escogerán los evaporadores para los restantes cámaras.

Camara "B"

Q = 205.960.49 Btu/h

2 evaporadores tipo VHG 61.30 con capacidad de 1.130 Btu/h-por grado de diferencia de temperatura entre la cámara y el refrigerante, las dimensiones son:

VHG 6130 L = 120 W = 20 h = 27 1/8"

Cámara "C"

Q = 281.967.03 Btu/h

Tres evaporadores tipo VHG 6130 con capacidad de 6.130 Btu/h por grado de diferencia de temperatura. Poseen tres ventiladores con motores de 1/2 HP C/U.

6.130 x 3 x 17 = 312.630 Btu/h

Las dimensiones son:

L = 120" W = 20" h = 27 1/8"

Cámara "D"

Q = 62.153.85 Btu/h (AT = 15°F)

1 evaporador VHG 4.725 con capacidad de 70.875 Btu/h, 2 ventiladores con motores de 1/63 HP las dimensiones son:

L = 93 3/4" W =25 1/8" h = 39 1/2"

Cámara "E"

Q = 57.184.65 Btu/h (AT = 15°F)

1 evaporador VHG 4.725 similares a los de la cámara "D"

Cámara "F"

Q = 145.616.64 Btu/h

2 evaporadores VHG 4.725 de 80.325 Btu/h, 3 ventiladores y motores de 1/3 L = 93 3/4" W = 41 1/16" h = 39 1/2"

Cámara "G"

Q = 231.945.22 Btu/h

2 evaporadores VHG 6850 de 116.450 Btu/h, 4 ventiladores y

4 motores de 1/2 HP.

L = 120" W = 41 13/16" h = 40 3/8"

Cámara "H"

Q = 233.578.38 Btu/h

2 evaporadores VHG 7.100 de iguales caracteristicas a los evaporadores de la cámara "G"

Cámara "I"

Q = 303.883.68 Btu/h

3 evaporadores VHG 6130 de 104.210 Btu/h, 4 ventiladores y motores de 1/3 de HP.

L = 120" W = 41 13/16" h = 40 3/8"

Cámara "J"

Q = 310.221.07 Btu/h
3 evaporadores VHG 6130 de 104.210 Btu/h, de iguales especificaciones técnicas que los de la cámara "I"

4.2c. CONDENSADORES

Tienen por objeto evacuar al ambiente (aire o agua) el calor suministrado al refrigerante a su paso por el evaporador y por la compresión del compresor. El calor que debe ser eliminado procede de:

a) Calor sensible de los vapores recalentados
b) Calor latente de licuefacción
c) Calor sensible de liquido sob-enfriado

La absorción del flujo calorífico debido al desrecalentamiento, a la condensación y al subenfriamiento del refrigerante puede ser realizado por:

1.- Elevación de la temperatura del agua o aire (aumento de calor sensible)
2.- Cambio parcial de estado físico (calor latente de vaporización)

4.2c.1 SELECCION DEL TIPO DE CONDENSADOR

Puesto que la capacidad de los condensadores de aire es limitado, quedan fuera de la posibilidad de ser utilizados en nuestra planta. Similar actitud asumimos de los condensadores de inmersión y chorro, ya que poseen un bajo coeficiente total de transferencia de calor y su gran superficie de refrigeración, lo que aumenta el costo y el espacio.

En el caso de los condensadores de doble tubo y contra corriente, por su difícil construcción (gran número de codos y tubos) también se los descarta a pesar de tener poca área de instalación y buena transmisión de calor.

La selección de nuestro condensador saldrá de los modelos multitubulares horizontales o verticales y condensadores evaporativos.

Condensadores Multitubulares Verticales

Ventajas.-

1. Puede ser instalada gran capacidad de condensación en pequeño espacio
2. Bajo costo de instalación
3. Distribución de agua simplificada
4. Puede usarse agua con impurezas, presta gran facilidad para la limpieza.

Desventajas.-

1. Gran consumo de agua
2. Necesitan torre de enfriamiento si no disponan de un sumidero, rio o lago

Conclusión.-

Este condensador podría ser usado con agua de río, pero como se supone que debe ser instalado en cualquier sitio y podría utilizar agua potable por su gran consumo debe operar con una torre de enfriamiento de gran capacidad, lo que aumentaría el costo de la planta.

Condensadores multitubulares horizontales.-

Ventajas.-

1. Alto coeficiente de transferencia de calor, en consecuencia gran capacidad de condensación.

2. Facilidad para ser montado cerca del compresor, ahorrando en consecuencia tubería, es de construcción - compacta.
3. Por la cercanía de su instalación puede ser controlado por el operador
4. Fácil limpieza de tubos
5. Costo de instalación con respecto al condensador de - tubos verticales mayor, pero menor en relación al condensador evaporativo

Desventajas.-

Relativamente alto consumo de agua, por lo que necesita de torre de enfriamiento.

Conclusiones.-

Por ser de construcción compacta, se aconseja su utilización para plantas de mediana potencia frigorífica, para el caso del matadero resultaría un bajo costo de instalación, pudiendo utilizar más de un condensador con una sola torre de enfriamiento de alta capacidad para el agua a utilizarse en los - condensadores.

Condensadores Evaporativos

Ventajas.-

1. Bajo consumo de agua, alrededor del 20% de lo consumido por un condensador de tubos horizontales

2. El costo de mantenimiento es bajo y el precio de adquisición es rápidamente amortizable.

Desventajas.-

1. Alto costo de instalación
2. Bajo coeficiente de transferencia de calor

$$(61.5 \frac{Btu}{h \times pie^2 \times °F} \text{ a } 123 \frac{Btu}{h \times pie^2 \times °F})$$

Conclusiones.-

Por su bajo consumo de agua y rápida amortización es ideal para utilizarlo en una planta industrial.

Para el caso especifico del matadero, es conveniente seleccionar la laternativa que se presenta entre el condensador evaporativo o el sistema condensador-torre de enfriamiento, efectuamos una evaluación de las ventajas de cada sistema.

Ventajas del condensador evaporativo.-

1.- Menor espacio y peso que la torre de enfriamiento-condensador

2.- La tubería de agua es más corta, tomando un caudal pequeño, lo que reduce la potencia de la bomba

3.- Facilidad para instalar el condensador, evaporativo exterior o interiomente, teniéndo que conducir el aire al condensador por medio de ductos.

Ventajas de la torre de enfriamiento - condensador.-

a) El condensador puede instalarse cerca del compresor, - disminuyendo la longitud de la tubería de refrigeración.

b) No son necesarios los ductos de aire

c) La torre de enfriamiento puede estar lejos de la planta puesto que la longitud de la tubería de agua no incide en la operación normal de la planta, lo que si sucede - con la tubería de refrigeración por la caída de presión.

d) Se lo utiliza en plantas grandes

e) Mantenimiento y limpieza de los tubos del condensador- más sencillo

f) Con capacidades mayores de 1'500.000 Btu/h es más económico su costo de instalación así como el costo de operación.

Conclusión.-

Considerando que la capacidad de enfriamiento de la torre de enfriamiento es mayor que 1.500.000 Btu/h y luego del análisis entre los dos sistemas seleccionaremos dos condensadores de tipo horizontal multitubular de igual capacidad, y el agua utilizada para enfriamiento será enfriada en la misma torre- de enfriamiento.

4.2c.2 CALCULO DE LOS CONDENSADORES

Potencia calorífica rechazada en cada condensador.

Refiriéndonos al ciclo termodinámico, el calor teórico rechazado en un condensador es:

$Q_{ct} = m (h_2 - h_3)$ Ec. 3.25 REF. (7)

Q_{ct} = calor teórico cedido en el condensador

Dos condensadores serán utilizados una para el sistema de las cámaras de conservación de carne y para las cámaras de congelación se empleará el restante debiendo calcularse el caudal másico para la carga frigorífica de 157.526.82 Btu/h de las cámaras de congelación.

Para las cámaras de conservación:

$$Q_{ct} = 5238.4 \frac{lb}{h} (705 - 138.9) \frac{Btu}{lb} = 2'965.458.24 \text{ Btu/h}$$

$Q_{ct} = 2'965.458.24$ Btu/h

Los condensadores serán calculados con un exceso de aproximadamente 5% sobre el valor teórico 3'113.731.15 Btu/h valor que es aceptable ya que por la Ley de la conservación de energía tendremos:

$Q_c \quad Q_f + P_c$ donde REF. (7)

Q_c = calor real rechazado en el condensador

Q_f = potencia frigorífica del ciclo equivalente al calor removido en el evaporador

$Q_f = Q_{cv} = 8.238.4$ Btu/h (620.0-127.4) = 2'580.435.8Btu/h

$$Q_c = 2'580.435.8 \frac{Btu}{h} + 254.500 \text{ Btu/h} = 2'834.935.8 \text{ Btu/h}$$

Q_C = 2'834.935.80 Btu/h Adoptamos 3'114.000 Btu/h
Q_c = 3'114.000 Btu/h

Caudal másico del agua a través del condensador.-

En la sección 4.6.5 que no referimos al ciclo termodinámico, se establecerán los siguientes parámetros:

- Temperatura de condensación 86 °F
- Temperatura de entrada de agua al condensador 70°F (t_1)
- Temperatura de salida de agua del condensador 80°F (t_2)
- Temperatura promedio del agua 75.0 °F

El caudal másico está dado por:

Ec. 3.26 $$m = \frac{Q_c}{Cp(t_{2a}-t_{1a})} = \frac{3.114.000 \text{ Btu/h}}{0.83 \text{ Btu/lb °F } (80-70)}$$

Donde:

Q_c = Calor cedido en el condensador
Q_p = Calor específico del agua a presión constante a 67.7°F 0.83 Btu/lb-°F t_2 y t_1 temperaturas de salida y entrada de agua en el condensador.

$$m = \frac{3.114.000}{0'83\ (\ 80 - 70\ )} = \frac{3.114.000}{8.3} = 375.180.7 \text{ lb/h}$$

m = 375.180.7 lb/h de agua

Caudal volumétrico del agua a través del condensador.-

V = mv Ec. 4.20 REF. (7)

m = caudal másico

V = caudal volumétrico

V = volúmen específico del agua a 67.7°F (.016 pies^3/lb)

V = 375.180.7 $\frac{lb}{h}$ x 016 pies^3/lb)

V = 6.002.9 pies^3/h

Cálculo del número de tubos del condensador.-

Seleccionamos tubos especiales de acero para condensadores e intercambiadores de calor de 1 1/4" (1.660 pulg.) de diámetro esterior y 1 5/32 (1.278 pulg.) de díametro interior

Consideramos que dentro de los tubos el flujo es turbulento, por lo que el número de Reynolds debe ser mayor de - - 10.000, aumentando también el coeficiente global de transmisión de calor, la velocidad del agua en el interior de los tubos se la mantiene en base al flujo turbulento.

$$V \quad \frac{R}{Wd} \qquad \text{Ec. 4.21 REF. (14)}$$

En la que:

V = velocidad del agua

R = número de Reynolds = 10.000

W = peso específico del agua a 75°F = 624 lb/pies^3

d = diámetro interior de los tubos 1.278 pulgadas
= 0.246 x 10 - 5 lbm - seg./pies^2

$$V = \frac{10.000 \times 0.246 \times 10^{-5}}{\frac{62.4}{32.2} \times \frac{1.278}{12}}$$

$v = 0.1191$ ft/seg

Puesto que la velocidad del agua debe ser mayor que 10.1191 ft/seg, y los valores recomendados para este tipo de condensadores están entre 3.28 y 9.84 pie/seg, escogemos una velocidad de 4.92 pies/seg REF. (Curso Politécnica).

Calculamos ahora el caudal volumétrico a través de un tubo:

$V_u = v \times \pi d^2/4$ Ec. 4.22 REF. (7)

V_u = Caudal volumétrico unitario

V = Velocidad del agua

d = diámetro interior del tubo (1.278 pulg.)

$$V_u = 4.92 \frac{\text{pies}}{\text{seg}} \times \frac{3.14 \times (1.278)^2 \text{ pulg}^2}{4 \times 144 \text{ pulg}^2} \text{ pies}^2 = .044 \text{ pies}^3/\text{seg} \times \frac{3.600 \text{ seg}}{\text{h}}$$

$V_u = 158.4$ pies^3/h

El número de tubos necesarios será entonces:

$$\frac{V}{V_u} = \frac{6.002.9}{158.4} = 37.89 \text{ tubos} \quad 38 \text{ tubos}$$

Para evitar demasiado longitud del condensador, adoptamos un condensador de 96 tubos y 4 pasos.

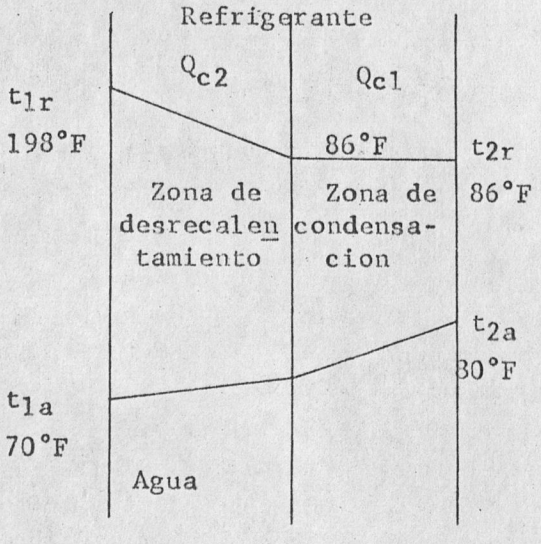
La velocidad real del agua de este condensador será:

$$V = \frac{4 V_u}{\pi d^2} = \frac{4 \times 158.4}{3.14 \times \frac{(1.278)^2}{144}} = 17.790.42 \text{ pies/h} = 4.94 \text{ pies/seg.}$$

$V = 4.94\ f_t/seg.$

Cálculo de la superficie de intercambio de calor.-

El amoníaco entra al condensador como gas recalentado una temperatura de 198°F y condensándose a 86°F, luego el calor latente cedido en la condensación es igual al caudal másico por el calor latente unitario de condensación.



Calor latente de condensación =

= 492.66 Btu/lb

$$Q_{c1} = 5.238.4\ \frac{lb}{n} \times 492.66\ \frac{Btu}{lb}$$

$Q_{c1} = 2'580.750.144$ Btu/lb

El calor sensible cedido en la zona de desrecalentamiento es:

$Q_{c2} = Q_c - Q_c$

$Q_{c2} = 3'114.000 - 2'580.750.14 =$

$= 533.249.86$

$Q_{c2} = 533.249.86$ Btu/lb

A) Zona de condensación.-

La superficie de intercambio de calor es:

$$A = \frac{Q_{c1}}{U\ T_m} \qquad \text{Ec. 4.23} \qquad \text{REF. (6)}$$

en la que:

Q_{c1} = calor latente cedido en la condensación

K = coeficiente global de transferencia de calor

T_m = media logarítmica de las diferencias de tempera

tura entre agua y refrigerente.

Ec. 4.24 REF. (7)

$$\Delta Tm = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1}{t_2}} = \frac{13.3 - 23.3}{}$$

$$\Delta Tm = \frac{(86-80) - (86-70)}{\text{en } 6/16} = 10.19$$

$$\Delta Tm = \frac{-10}{-0.98} = 10.19\ ^{\circ}F$$

Coeficiente global de transferencia de calor.

Lo calculamos por: Ec. 3.8

$$U = \frac{1}{S_r/h_f + S_r/h_w + e/k + 1/hr}$$

U = coeficiente global de transferencia de calor

S_r = relación de la superficie exterior del tubo a la superficie interior

h_f = coeficiente de transferencia de calor, de película, lado de agua en el interior de los tubos

h_w = coeficiente de transferencia de calor de sarro (escamas o incrustaciones) lado del agua

e = espesor de la pared de los tubos

k = conductividad térmica del material del tubo

hr = coeficiente de transferencia de calor de película, lado del refrigerante en el exterior de los tubos

Encontramos los siguientes datos:

- Espesor del tubo .0041 f_t
- Conductividad térmica del acero K=26.09Btu/h-f_t-°F
- Relación de superficie del tubo S_r = 1.092
- Coeficiente de transferencia de calor del sarro 1/hw = .00146 h-ft^2 - °F/Btu, hw = 681.63 $\frac{Btu}{h\text{-}ft^2\ °F}$

  valor aconsejado para agua en condiciones normales refrigerada en una torre de enfriamiento (Strecker).

Cálculo del coeficiente de película lado del agua.-

Utilizando la relación de McAdams (REF. 14) Ec. 4.25

Nu = 0.023 R 0.8 Pr 0.4

en la que se relacionan los números de Nusselt, Reynolds y Prandtl en base a la temperatura media de la masa de agua, Esta ecuasión es aplicable cuando R 10.000, es decir cuando el flujo en el interior de tubos horizontales es turbulento.

Calculamos Reynolds con:

$R = \frac{Vd\ell}{\mu}$ Ec. 4.26 REF. (13)

V = 4.94 ft/seg.

d = 1.278 lb/ft^3

p = 62.4 lb/ft^3

M = 2.5248 $\frac{lbm}{h\text{-}ft}$

$$R = \frac{4.94\ ft/seg \times \frac{1.278}{12} ft \times 62.4\ lb/ft^3 \times \frac{3.600\ seg}{h}}{2.5248\ \frac{lb}{h\text{-}ft}}$$

R = 436.709.77 10.000 flujo turbulento

por lo tanto podemos aplicar la ecuasión de MC Adams,
Hallamos d número de Prandtl
Ec. 3.3. REF. (14)

$$Pr = \frac{Cp\,\mu}{K}$$

Cp = 0.99 Btu/lb - °F
μ = viscosidad del agua a 67.7 °F = 2.5248 lb/h - ft
K = conductividad del agua a 67.7 °F = 0.344 Btu/h-ft-°F

$$Pr = \frac{0.99\ Btu/lb\text{-}°F \times 2.5248\ lb/h\text{-}ft}{0.344\ Btu/h - ft - °F}$$

Pr = 7.12

Aplicando la ecuasión (4.25)
$Nu = 0.023\ (46.809.77)^{0.8}\ (7.12)^{0.4}$

Nu = 0.023 x 5441.4 x 2.19 = 274.43
Nu = 274.7

Por la ecuasión (3.4)

$$hf = \frac{K\,Nu}{d}$$

$$hf = \frac{0.3443 \times 274.7 \times 12}{1.278} \qquad 888.06$$

hf = 888.06 Btu/h - ft - °F

Cálculo del coeficiente de película lado del refrigerante.-

Para su cálculo emplearemos la relación de Nusselt que se -

la utiliza en el cálculo de condensación en tubos horizontales.

$$Kr = 0.725 \frac{\rho_f(\rho_f - \rho_g)\, g\, h_{fg}\, K^3}{Nd\ (T_r - T_t)\ M_r}^{1/4} \quad \text{Ec. (4.21) REF. (6)}$$

Las propiedades del refrigerante a 86°F (temperatura de condensación) son:

ρ_f = 1/3 F.16 = 37.16 lb/f_t^3

ρ_g = 1/1.772 lb/ft^3 = 0.564 lb/ft^3

h_{fg} = 422.6 Btu/lb

g = 32.2 ft/seg.^{2}

k = 0.289 Btu/h - ft - °F (amoniaco)

N = 8

d = 1.660 pulg = 0.138 ft

r = 0.50 lb/h-ft (Curso E.P.N. Foster)

Tr = 86 °F

T_t = 77 °F Asumimos esta temperatura, debiendo corregirla luego, ésto nos dará flujos unitarios de calor iguales - entre el refrigerante y el agua Q_u y entre el refrigerante y la superficie exterior de los tubos Q u'.

Aplicando la relación de Nusselt Ec. (4.27)

$$h_r = 0.725\ \frac{37.16\ lb/ft^3\ (37.16-0.56)\ lb/ft^3)\ 32.2\ ft/seg^2 \times}{8 \times \frac{1.660}{12}\ (86 - 77)\ 0.5}$$

$$\times \frac{^2}{3.600}\ \frac{seg.^2}{h^2}\ (0.29)^3\ h^3\ \frac{Btu^3}{ft^3\ °F^3} \times 492.6\ Btu/lb\ ^{1/4}$$

$$8 \times \frac{1.660}{12}\ (86 - 77)\ 0.5$$

En vista de que no conocemos la temperatura de la superficie exterior de los tubos asumimos un $\Delta T = 9$ (86-77), este valor será corregido al calcular el flujo de calor entre el refrigerante y la superficie exterior de los tubos y el flujo de calor entre el refrigerante y el agua.

$hr = 784.23 \ Btu/h - ft^2 - °F$

La transferencia de calor entre el refrigerante y la superficie exterior de los tubos es:

$$\dot{Q}_u = hr \ \Delta T = 784.23 \times 9 = 7.058.29 \ \frac{Btu}{h\text{-pie}^2}$$

$$\dot{Q}_u = 7.058.29 \ \frac{Btu}{h\text{-pie}^2}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.-

$$U = \frac{1}{\frac{1.092}{888.106} + \frac{1.092}{681.63} + \frac{0.140}{26.09 \times 12} + \frac{1}{784.23}} = 249.24$$

$$U = 249.24 \ \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$$

El flujo de calor entre el refrigerante y el agua será:

$Qu = U \ A \ Tm \qquad \Delta Tm = 10.19 \ °F$

$$Qu = 249.24 \times 10.19 = 2.539.75 \ \frac{Btu}{h\text{-pie}^2}$$

Como no coinciden las transferencias de calor, cambiando ΔT en la relación Nusselt obtenemos:

$\Delta T = 1.595 \ °F = (86-84.405) \qquad hr = 1.647.13 \ \frac{Btu}{h\text{-pie}^2 - °F}$

$Q'u = 1.647.13 \times 1.595 = 2.627.1$

$Q'u = 2.627.1 \ \frac{Btu}{h\text{-}pie^2}$

Con hr = 1.647.13 obtenemos $U = 257.33 \ \frac{Btu}{h\text{-}pie^2\text{-}°F}$

$Qu = 257.33 \times 10.33 = 2.622.19$

$Qu = 2.622.19 \ \frac{Btu}{h\text{-}pie^2}$

Existe una diferencia entre Q'u y Qu de 4.9 $\frac{Btu}{h\text{-}pie^2}$ lo - cual es aceptable por lo que $\Delta T = 1.595$ °F es correcto, siendo la temperatura externa de los tubos de 84.405 °F.

Superficie de intercambio zona de condensación.-

Por la ecuasión 4.23

$$A' = \frac{Qc'}{U \Delta tm} = \frac{2.580.750\ 14}{257.33 \times 10.19} = 984.19 \text{ pie}^2$$

Superficie de intercambio zona de desrecalentamiento.-

Está dada por $A2 = \frac{Qc2}{U \Delta tm}$

$$\Delta tm = \frac{(86 - 75) - 198 - 75)}{\text{en } \frac{86-75}{198-75}} = 46.39 \text{ °F}$$

$\Delta tm = 46.39$ °F

Coeficiente global de transferencia de calor.-

$$U = \frac{1}{sr/hf + Sr/hw + e/k + 1/hr}$$

Ecuación en la que todos los valores son iguales a los ya - calculados para la zona de condensación, con excepción del coeficiente de película lado del refrigerante.

Calculo del coeficiente de película lado del refrigerante.-

Para flujo de calor transversal sobre haces de tubos sin que importe la manera en la que estén distribuídos los mismos - en el condensador, podemos utilizar la Ec. 4.28 REF.(4)

$$Nu = 0.33\ R^{0.6}\ Pr^{1/3}$$

Todos los valores de esta ecuación son hallados haciendo referencia al diámetro exterior de los tubos y a las propiedades del refrigerante a la presión de condensación 169.7psia y a la temperatura promedio de película la misma que tiene un valor de:

$$tf = \frac{(198-75) + (86-75)}{2} = 67°F$$

Las propiedades del amoníaco bajo estas condiciones los tomamos de la tabla 15.1 de De Jennings REF. (5)

$$Kr = 0.29 \frac{Btu}{h - pie^2 - °F} = 0.50 \frac{lb}{h-pie}$$

$$Cp = 1.143 \frac{Btu}{lb-°F} \qquad = 1.31 \times 10^{-2} \qquad \rho = 38.19 \frac{lb}{pie^3}$$

Número de Reynolds.-

$$R = \frac{Gd}{\mu}$$

d = 1.660 pulg = 0.50 lb/h-pie

G = velocidad másica del refrigerante en el área mínima considerada entre los espaciamientos de los tubos. Asumimos un espaciamiento de 1" entre tubos y 17 pies de longitud.

$$Re = \frac{5.238.4 \times 1.660/12}{0.50 \times \frac{1}{12} \times 17} = 966.19$$

Número de Prandtl.-

$$Pr = \frac{Cp\,\mu}{K} = \frac{1.143 \times 0.50}{0.29} = 1.97$$

Pr = 1.97

Número de Nusselt.-

$$Nu = 0.33\ (966.19)^{0.6}\ (1.97)^{1/3}$$ Ec. 4.28 REF. (4)

Nu = 25.51

$$hr = \frac{Nu\,K}{d} = \frac{25.51 \times 0.29}{1.66/12} = 53.47 \quad \frac{Btu}{h\text{-}pie^2 - {}^\circ F}$$

$$U = 46.64 \quad \frac{Btu}{h\text{-}pie^2\ {}^\circ F}$$

Superficie de intercambio de la zona de desrecalentamiento.-

$$A_2 = \frac{533.249.86}{47.64 \times 46.39} = 241.28$$

$$A_t = 984.19 + 241.28 = 1.225.47\ pie^2$$

El condensador tendrá una superficie total de 1.225.7 ft^2 , para hallar la longitud de los tubos:

$$L = \frac{1.225.7 \times 12}{96 \pi \times 1.66} = \frac{At}{96 \pi d}$$

L = 29.30 pies

Esta longitud no es igual a l asumida por lo que nuestro condensador será de las siguientes características: sujetándonos al catálogo del representante.
96 tubos en grupos de 24 para tener 4 pasos de agua con una longitud de 28 pies y diametro de 1 1/4", la separación entre tubo y tubo será de 1" .

4.2c.3 CALCULO Y SELECCION PRACTICA DE LOS CONDENSADORES.-

De acuerdo a la práctica tenemos que seleccionar un tipo de condensador con caracteristicas que se aproximen a las calculadas y puedan ser encontradas en el mercado.

Condensador Vilter Modelo AC.-

Son del tipo multitubular, construidas especialmente para trabajar con amoníaco, existen de diferentes potencias la que depende del número y longitud de los tubos, los cuales tienen 1 1/4" de diametro nominal, con diametro exterior de 1.660" y diametro interior 1.278", del tipo (30x).

Para este tipo de condensador es necesario calcular la superficie de transferencia de calor, dado que las caracterís

ticas del condensador son casi iguales a las asumidas en el cálculo teórico, se pueden aceptar los coeficientes de película lado del refrigerante, tanto en el desrecalentamiento- como en la condensación.

La velocidad del agua en los tubos disminuira debido al mayor número de los mismos, por lo que es indispensable calcular el coeficiente de película lado del agua.

Cálculo del coeficiente de película lado de agua.-

Hallamos la velocidad del agua:

$$V = \frac{4Vu}{d^2} = \frac{5.204.8\ ft^3/h}{3.600\frac{seg}{h} \times \frac{121}{4}\ tubos \times \frac{(1.178)^2}{144x4}\ ft^2/tubo} = 6.76 ft/seg.$$

velocidad aceptable para el agua en los tubos

Número de Reynolds.-

$$Re = \frac{Vd\rho}{\mu} = \frac{6.76 \times 1.278 \times 67.4 \times 3.600}{12 \times 2.5248} = 64.055.49$$

Re = 64.055.49, flujo turbulento, por tanto aplicamos la relación de Mc Adams para este tipo de flujo.

$$Pr = \frac{0.99 \times 2.5248}{0.344} = 7.266$$

$$Nu = 0.023\ (64055.49)^{0.8}\ (7.266)^{0.4} = 356.03$$

Nu = 356.03

Calculamos hf =

$$hf = \frac{356.03 \times 0.344 \times 12}{1.278} = 1150\ \frac{Btu}{h\text{-}pie^2\text{-}^oF}$$

Cálculo de Superficie.-

Zona de condensación calculamos el coeficiente global de - transferencia de calor.

$$U = \frac{1}{\frac{1.092}{1.150} + \frac{1.092}{10.24.4} + \frac{0.140}{26.09x12} + \frac{1}{726.43}} = 258.7$$

$$A_1 = \frac{2'380.\ 750.14}{257.13 \times 10.19} = 984.1 \text{ pies}^2$$

$$A_1 = 984.1 \text{ pies}^2$$

Zona de desrecalentamiento.-

$$U = \frac{1}{\frac{1.092}{1.150} + \frac{1.092}{1.024.4} + \frac{0.140}{26.09 \times 12} + \frac{1}{54.8}} = 48.28$$

$$A_2 = \frac{533.249.86}{47.68 \times 57.06} = 196.06 \text{ pies}^2$$

$$A_2 = 196.0 \text{ pies}^2$$

$$A_t = A_1 + A_2 = 984.19 + 196.0 = 1.180.19 \text{ pies}^2$$

Refiriéndonos a la tabla A-9, el condensador que necesita - mos es:

Marca y modelo Vilter AC 2020

Número de tubos 121

Número de pasos de agua 4

Diametro exterior de los tubos 1 1/4 pulgadas

Longitud de los tubos 20 pies

Superficie exterior de los tubos 694 ft^2

Material de los tubos ASTM A - 214

diámetro de la envuelta 20 pulgadas
longitud del condensador 20 pies

4.2c.4 SELECCION DE LOS RECIBIDORES DE LIQUIDO

Escogemos los recomendados por la casa fabricante de acuerdo, al tipo de condensador escogido. Para el condensador - Vilter modelo A C 2024 se utiliza el recibidor Vilter modelo 8 x 12 de las siguientes características.

diámetro 8"
longitud 12 pies
capacidad al nivel normal de trabajo 159.6 lb. de amoníaco a la presión de condenesección y con el recibidor lleno en - un 90%
presión de prueba 250 $lb/pulg.^2$

4.2c.5 SELECCION DEL CONDENSADOR PARA LAS CAMARAS DE CONGELACION.-

A partir de la carga frigorifica para las cámaras de congelación:

Calor Rechazado

$Qct = m (h2' - h3')$

$m = 327.4$ lb/h Mi_3

$Qct = 327.4 (741.6 - 138.9) = 197.323.9$ Btu/h calor rechazado teórico

$Qc \quad Qf + Pc$

$Pc = 30HP = 76.350$ Btu/h

$Qf = Qev = 327.4 (608.5 - 127.4) = 157.512.14$

$Q_c = 76.350 + 157.512.14 = 233.862.14$ Btu/h

Este es el calor real rechazado en el condensador y es 15% mayor que el originalmente encontrado, por lo que podemos utilizar este último valor, para hallar el caudal másico - de agua a través del condensador.

$$m = \frac{Q_c}{C_p\,(t_{2'a} - t_{1'a})} = \frac{233.862.14}{0.83(72.7 - 62.7)} = 28.176.16 \text{ lb/h}$$

Caudal volumétrico a través del condensador.-

$V = m\,v$

$V = .016$ pies^3/lb

$V = 28.176.16 \times .016 = 450.8$ pies^3/h

$V = 450.8$ pies^3/h de agua

Número de tubos.-

Dext = 1.660'

Dint = 1.278

$$V\,\frac{R\mu}{d} = \frac{10.000 \times 0.246 \times 10^{-5}}{\frac{62.4}{32.2} \times \frac{1.278}{12}} = 0.1.191 \text{ ft/seg.}$$

escogemos una velocidad límite del agua en el tubo de 4.92 ft/seg.

V = 4.92 ft/seg. 0.1.191 ft/seg.

Caudal en un tubo.-

Como no se encuentra disponible en el mercado un condensador con tubos de 5 pies de longitud, escogemos del catálogo de - Vilter el condensador modelo 12 x 6 con un área de transferencia de calor de 82 pies^2 y 42 tubos. (Tabla A 9).

4.2c.6 SELECCION DEL RECIBIDOR DE LIQUIDO

De acuerdo al fabricante y para el modelo de condensador - Vilter 1212, el recibidor tendrá las siguientes características:

diametro 8"
longitud 6 pies
capacidad al nivel de trabajo normal 81.91 lbs de NH3 a la presión de condensación
presión de prueba 250 lb/pulg.^{2}

4.2c.7 SELECCION DE TORRE DE ENFRIAMIENTO

La cantidad de agua que circulará por los dos condensadores será de:
6.002.9 + 450.8 = 6.453.7 ft^3/h
podemos aproximarlos a 6.500 ft^3/h, lo que nos dá 818.15 - galones/minuto.

Podemos establecer los siguientes parámetros para el cálculo de la torre de enfriamiento:

$Vu = v \quad d\ 2/4$

$$Vu = \frac{4.92 \times 3.14 \times 1.278}{4 \times 144} = .044 \text{ ft/seg}$$

$Vu = 157.7 \text{ ft}^3/\text{h}.$

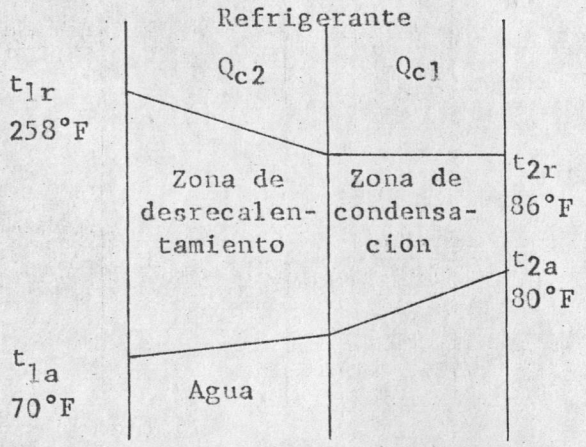
$$\text{Número de tubos} = \frac{V}{Vu} = \frac{450.8}{157.7} = 2.9 \qquad 3 \text{ tubos}$$

En 4 pasos 12 tubos

$$\text{Velocidad real} = \frac{4\ Vu}{d^2} = \frac{4 \times 157.7}{3.14 \times \frac{(1.278)^2}{144}} = 17.711.8 \text{ ft/h}$$

$Vr = 4.92$ ft/seg.

Cálculo de la superficie de intercambio de calor.



calor latente de condensación 573.7 Btu/lb (calor latente cedido en la condensación)

$Qc_1 = 327.4 \times 573.7 = 187.829.4$ Btu/h

$Qc_2 = Qc - Qc_1$

$Qc_2 = 233.862.14 - 187.829.4$

$Qc_2 = 46.032.74/$ Btu/h

Zona de condensación.

$$A = \frac{Qc_1}{U \quad Tm} \qquad Tm = 10.19\ ^\circ F$$

Coeficiente global.

$$U = \frac{1}{Sr/hf + Sr/hw + e/k + 1/hr}$$

Coeficiente de pelicula lado del agua.-

$Nu = 0.023\ R^{0.8}\ Pr^{0.4}$ REF. (5)

$R = \frac{Vd\rho}{\mu} = \frac{4.92 \times 1.278/12 \times 62.4 \times 3.600}{2.5248} = 46.620.2$

$R > 10.000$ flujo turbulento

$Pr = \frac{Cp\,\mu}{K} = 7.12$

$Nu = 0.023\ (46.620.2)^{0.8}\ (7.12)^{0.4} = 273.89$

$hf = \frac{KNu}{d} = \frac{0.3443 \times 273.89 \times 12}{1.278} = 885.4$

Coeficiente de pelicula lado del refrigerante.-

$hr = 0.725 \left[\frac{\rho f\ (\rho f - \rho g)\ gh\ fg\ K^3}{Nd\ (Tr - Tt)\ \mu r}\right]^{1/4}$ Ec. 4.27 REF. (6)

$hr = 784.23$ Btu/h - ft^2-°F Asumimos un AT = 10 °F con - Tr = 86°F

$Qá = 784.23 \times 10 = 7.842.3$ Btu/h

Coeficiente global de transferencia de calor.-

$U = 249.24$ $Qu = U\ Atm = 249.24 \times 10.19 = 2539.75$ Btu/h

$Qá > Qu$

Por tanteo para un At =1.94°F obtenemos hr = 1.568.4Btu/h y U = 296.33 Btu/ft^2-h-°F, de donde

$Qá = 1568.4 \times 1.94 = 3.042.0$ Btu/h $Qu = 296.33 \times 10.19 = 3.019$

Qu = 3.019 Btu/h.

Asumimos un Δt = 1.94°F como correcto, por lo que la temperatura en el exterior de los tubos es 84.06°F

Superficie de intercambio zona de condensación.-

$$A_1 = \frac{Qc1}{U\ \Delta tm} = \frac{187.829.4}{296.33 \times 10.19} = 62.2 \text{ pies}^2$$

Superficie de intercambio zona de condensación.-

$$A_2 = \frac{Qc2}{U\ \Delta tm}$$

$$\Delta tm = \frac{(86-67.7) - (258-67.7)}{\ln \frac{86 - 67.7}{258 - 67.7}} = 73.5°F$$

$$A_2 = \frac{46.032.74}{U \times 73.5}$$

Coeficiente global de transferencia de calor.-

$$U = \frac{1}{.0032788588 + 1/hr}$$

$Nu = 0.33\ R^{0.6}\ Pr^{1/3}$ Ec. 4.28 REF. (4)

con p = 169.2 psia y una temperatura promedio de película

$$tf = \frac{(258 - 75) + (86-75)}{2} = 97°F$$

Las propiedades del amoniaco son:

$\mu = .0247 \frac{lb}{h\text{-pie}}$ $Cp = 1.143 \frac{Btu}{lb - °F}$

Número de Reynolds.-

$$Re = \frac{Gd}{\mu}$$

Asumimos L = 14' de los tubos y 1" entre tubo y tubo

$$Re = \frac{327.4 \times 1.660}{0.50 \times \frac{1}{12} \times 5 \times 12} = 217.39$$

Número de Prandh.-

$$Pr = \frac{Cp.\mu}{K} = \frac{1.143 \times 0.50}{0.29} = 1.970.7$$

Número de Nusselt.-

$$Nu = 0.33\ Re^{0.6}\ Pr^{1/3} = 0.33\ (217.39)^{0.6}\ (1.9707)^{0.33}$$

$$Nu = 10.42$$

$$hr = \frac{Nu\ K}{d} = \frac{10.42 \times 0.29 \times 12}{1.660} = 21.84$$

$$U = \frac{1}{0.002737 + 1/21.84} \quad U = 20.60$$

$$A_2 = \frac{46.032.74}{20.60 \times 73.5} = 30.40\ pies^2$$

$$At = 92.60\ ft^2$$

Longitud de los tubos

$$L = \frac{92 \times 12}{42 \times 1.660} = 3.04 \quad 6\ pies$$

- caudal 810.15 gl/min.
- temperatura de entrada del agua 80°F
- temperatura de salida del agua 70°F
- rango At = 10°F
- temperatura de bulto humedo (promedio para Quito) 65°F
- aproximación al bulto humedo 5°F

La carga en toneladas de refrigeración de la torre está dada por

$$\text{carga} = \frac{\text{GPM x 500 (constante) x rango}}{\text{15.000 Btu/h/ton}}$$ Ec. 4.29 REF. (18)

$$\text{carga} = \frac{810.15 \times 500 \times 10}{15.000} = 270.05 \text{ Tons.}$$

De la carta para torres de enfriamiento de Baltimore Air - Cooling obtenemos el factor multiplicador para corregir el tonelaje, y con este tonelaje y los g.p.m. encontramos el tamaño de torre deseado, el factor multiplicador es 1.6.

Tons corregidas = 270.05 x 1.7 = 432.08 450 tons.

Con 450 tons y 810.15 gl/min. de la (Fig. 8) REF. (18) el - modelo de torre de enfriamiento a escoger es el TMA-600 equipado con un ventilador-soplador de contra-flujo, como se indica en la figura que del manual de B.A.C. REF.(18). Este- modelo es equivalente al CFT 2415 también de Baltimore Air-Cooling, cuyas caracteristicas son:

- capacidad 450 toneladas
- flujo de agua máximo 850 gl/min.
- motor ventilador 10 HP 220/440 V. 60 1.800rpm.

- flujo de aire 54.500 pies^3/min.
- peso de la torre 4.400 lbs.
- peso de la torre en operación 9.280 lbs.
- longitud de la torre 14' 3"
- ancho de la torre 7' 3 1/2"
- altura de la torre 8' 6 3/4"

4.2c.8 TUBERIAS Y BOMBAS DE AGUA

La disposición de las tuberías de agua de los condensadores se muestran en el plano No. 5.

Sección A

Consideramos las tuberías de suministro y retorno desde la torre de enfriamiento hasta el primer condensador, tiene - una longitud aproximada de 180 pies, se empleará de hierro dulce para soldar con diametro de 8 pulgadas tipo ASA - - B36.2-40

- diametro nominal 8"
- diametro exterior 8.625 pulgadas
- espesor 7.97" pulgadas
- sección ruta libre 49.889 pulgadas^2
- Velocidad del agua, teniendo un caudal de 6.453.7 pies^3 /h, la velocidad del agua dentro de la tubería será - 3.17 pies/seg, que es aceptable.
- accesorios 5 válvulas de compuerta y 6 codos de 90°

Sección B

Comprende las tuberías de suministro y retorno desde el primero al segundo condensador con una distancia de 30 pies, - se utilizará tubería soldada de hierro de 4 pulgadas del tipo ASA - B 36.2 - 40

- diametro nominal 4 pulgadas
- diametro exterior 4.5' pulgadas
- espesor 0.237 pulgadas
- diametro interior 4.026 pulgadas
- sección recta libre 12.73 pulgadas^2
- velocidad del agua, con un caudal de 450.8 ft^3/h, la velocidad del agua tendrá un valor de 1.5 ft/seg.
- accesorios 2 válvulas de compuerta y 4 codos de 90°

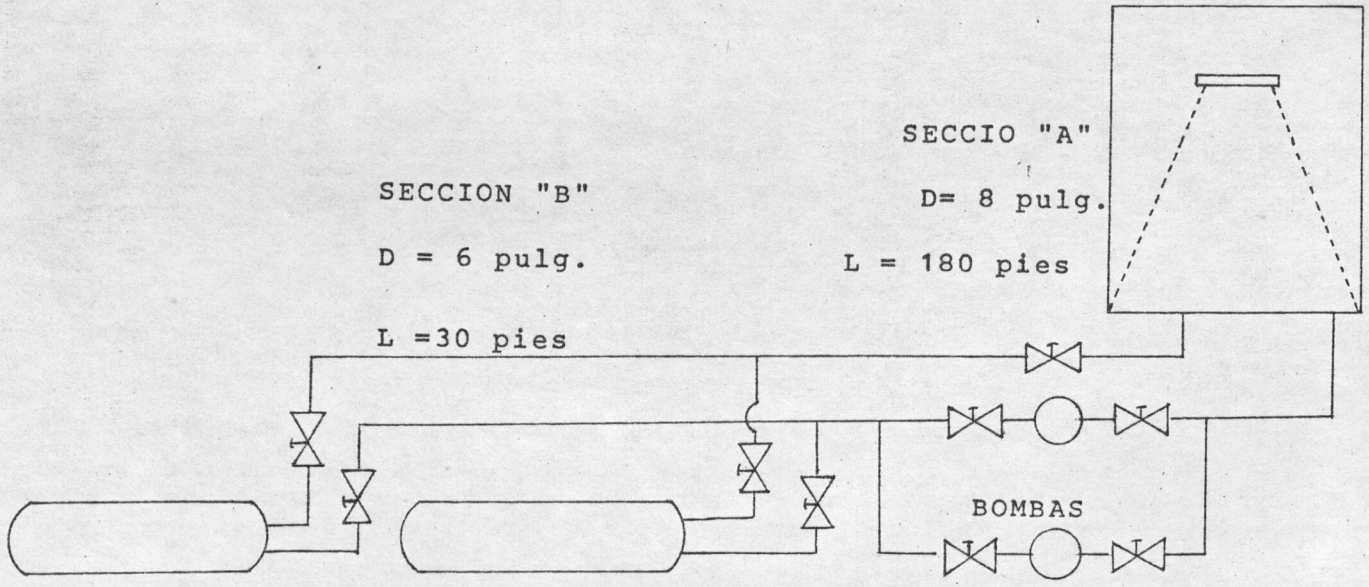
Potencia absorbida en la Sección A

Q = 6.453.7 pies^3/h
L = 180 pies

Longitud equivalente de los accesorios: Tablas 10 y 11 - REF. (22)
Valvulas 6 x 9 = 54 pies
codos de 90°6 x 20 = 120 pies
L. equiv. total = 174 pies

Las pérdidas por fricción vienen dadas por:

$$hf = f \frac{L V^2}{d\ 2g}$$ Ec. 4.30 REF. (6)



INSTALACION TORRE DE ENERIAMIENTO

Por la ecuación 4.25, calculamos el número de Reynolds

$R = \frac{V\,d}{\nu}$ $\quad \nu = 1.12 \times 10^{-5}$ pies^2/seg. REF. (13)

$R = \frac{5.17 \times 7.97}{1.12 \times 10^{-5} \times 12} = 3.065 \times 10^5$

Del diagrama de Moody (Gráfico) con R y la rugosidad del tubo, hallamos un coeficiente de rozamiento de 0.024

$hf = .024 \quad \frac{354 \times (5.17)^2 \times 12}{7.97 \times 2 \times 32.2} = 5.30$ pies

Cabezal h = hf + altura de la torre + altura de la base de la torre = 5.30 + 8.5625 + 7.104 = 20.97 pies

La potencia absorvida está dada por:

$P = \frac{WQH}{550}$ Ec. 4.31 REF.(13) $PA = \frac{62.4 \times 1.793 \times 20.97}{550} = 4.26HP$

PA = 4.26 HP

Potencia absorbida en la sección B

- caudal 450.8 pies^3/h
- longitud de la tubería 30 pies
- velocidad del agua 1.5 pies/seg. con un flujo de 450.8 pies^3/h
- Accesorios 4 codos de 90°y 2 válvulas de compuerta

Longitud equivalente codos de 90°4 x 10 = 40 pies

válvulas de compuerta 2 x 4.5 = 9 pies

longitud equivalente total = 49 pies

Con la ecuacion 4.25

$$R = \frac{1.5 \times 4.026}{1.12 \times 10^{-5} \times 12} \div 4.493 \times 104$$

$$R = 4.493 \times 10^{4}$$

Del diagrama de Moody (Gráfico 4.2) $f = .039$
por la ecuación 4.25

$$R = \frac{1.5 \times 4.026}{1.12 \times 10^{-5} \times 12} = 4.493 \times 10^{4}$$

$$R = 4.493 \times 10^{4}$$

Del diagrama de Moody (Gráfico 4.2) $f = .039$
por la ecuación 4.30

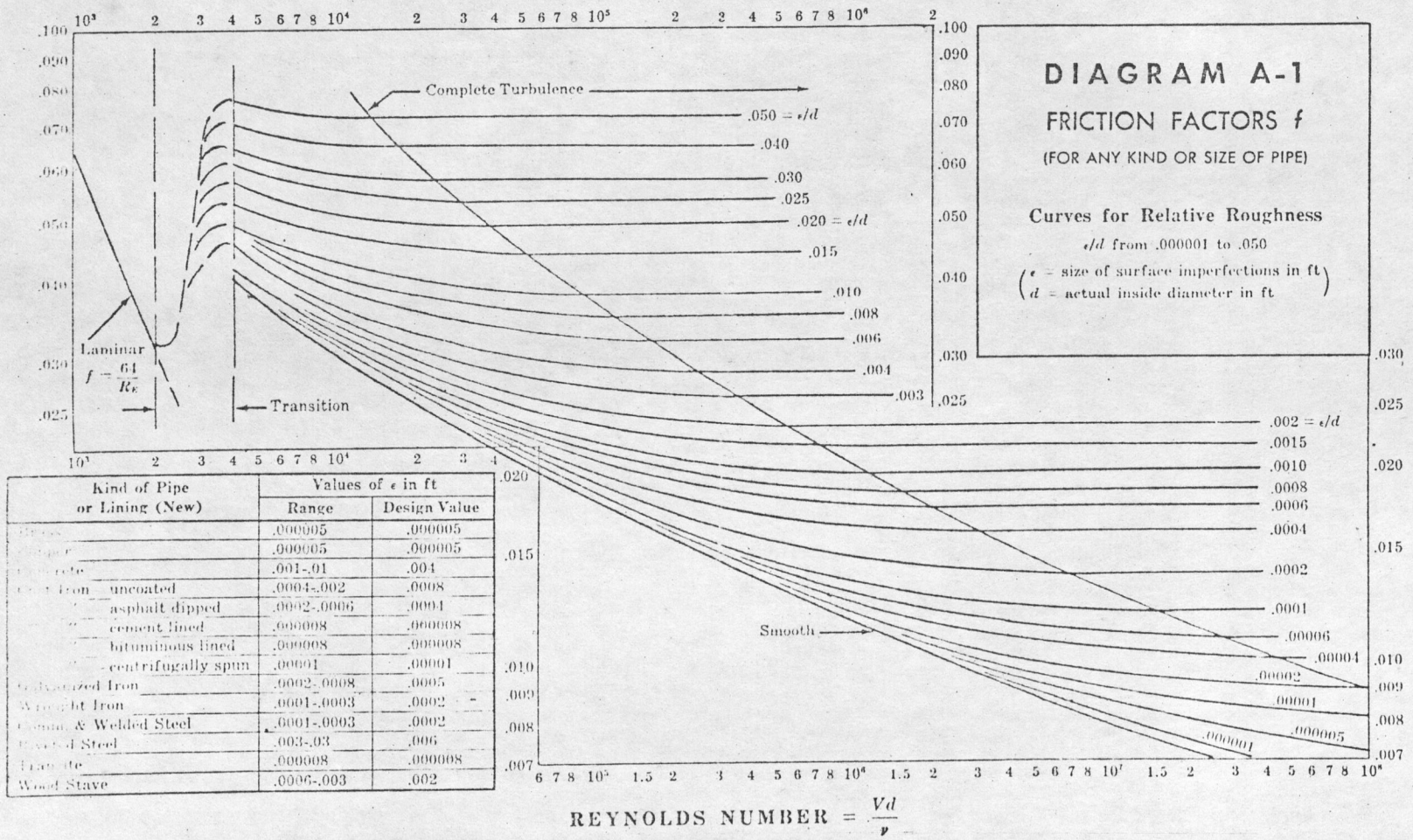
$$hf = \frac{.039 \times 79 \times (1.5)^{2} \times 12}{4.026 \times 2 \times 32.2} = 0.321 \text{ ft}$$

La caída de presión en los condensadores se puede asumir que es más o menos de 3.0 pies, por lo que el cabezal H será:

$H = 0.321 + 2 \times 3 = 6.321$ pies
$H = 6.321$ pies
La potencia por la ecuación 4.31 es:

$$P_B = \frac{62.4 \times 0.125 \times 6.321}{550} = .09 \text{ H.P.}$$

Potencia absorvida total = 4.26 + 0.09 = 4.35 H.P.
Pt = 4.35 H.P.
Por margen de seguridad aumentamos el 15 %



Kind of Pipe or Lining (New)	Values of ε in ft	
	Range	Design Value
Glass	.000005	.000005
Copper	.000005	.000005
Concrete	.001-.01	.004
Cast Iron—uncoated	.0004-.002	.0008
" —asphalt dipped	.0002-.0006	.0004
" —cement lined	.000008	.000008
" —bituminous lined	.000008	.000008
" —centrifugally spun	.00001	.00001
Galvanized Iron	.0002-.0008	.0005
Wrought Iron	.0001-.0003	.0002
Riveted & Welded Steel	.0001-.0003	.0002
Riveted Steel	.003-.03	.006
Concrete	.000008	.000008
Wood Stave	.0006-.003	.002

GRAFICO 4.2

$P_t = 4.35 \times 1.15 = 6$ H.P.

Selección de la bomba.-

Por razones de seguridad se dispondrá de dos bombas, teniendo la una como emergente.

El caudal de la bomba es de 6.453.7 $pies^3/h$, el cabezal está dado por la Ec. 4.31

$$P = \frac{W\ Q\ H}{550} \quad ; \qquad H = \frac{P \times 550}{W\ Q}$$

$$H = \frac{6 \times 550}{62.4 \times 1.793} = 29.49 \text{ pies} \qquad H = 30 \text{ pies}$$

En vista de que necesitamos una bomba de gran caudal y aparentemente bajo cabezal, se utilizará una bomba centrífuga de una sola etapa de las siguientes características:

Transmisión bomba-motor
Bomba: Modelo 5BB Serie 1510
Velocidad 1.750 RPM
Cabezal de trabajo 40 pies
Caudal de trabajo 820 gl/min
Cabezal máximo 60 pies
Succión 8 pulg.
Descarga 4 pulg.
Motor: Tipo de inducción 3 fases 60 ciclos
Velocidad 1.750 RPM
Potencia máxima 12 H.P.
Número de armadura 215 T

Dimensiones de la Unidad.-

Largo 34 5/8 pulgadas
Ancho 14 5/8 pulgadas
Alto 19 1/4 pulgadas

4.2d. CALCULO DE TUBERÍA Y AISLAMIENTO DE LA MISMA

4.2d.1 CALCULO DE TUBERIAS.- CARACTERISTICAS GENERALES.-

La tubería a ser utilizada con amoniaco es la ASTM A 106 - que cúmple con las especificaciones técnicas, sus características son:

- composición química C = 0.31% P = 0.1% S = 0.075%
- peso específico 489.4 lb/pie^3 ó 0.284 lb/pulg^3
- temperatura de fusión 2.550 °F
- conductividad térmica 85.79 Btu/h-pie- °F
- calor específico .0454 Btu/lb- °F
- carga de ruptura 49.677.32 lb/pulg^2 - 70.967.6lb/pulg^2
- longitud comercial 11.48 - 24.6 pies

4.2d.2 CALCULO DE LOS DIAMETROS

a) tubería de gas refrigerante

A partir de la ecuación de la continuidad tenemos:

$$d = 2\sqrt{\frac{m}{\rho v \pi}}$$ Ec. 4.32 REF. (13)

P = 0.435 lb/pies^3 por interpolación de tablas REF. (10)

Considerando una velocidad de descarga del compresor de - 3.900 pies/min. REF. (11), 50 pies/seg.

$$d = 2\sqrt{\frac{1.455}{0.435 \times 50 \times}} = 0.292 \text{ pies}$$

d = 3.5 pulgadas

Como en el mercado se consigue tubería de este diametro adoptamos 3.5 pulgadas, para esta tubería tenemos las siguientes caracteristicas:

- diametro exterior 4.00 pulgadas
- diametro interior 3.548 pulgadas
- espesor 0.226 pulgadas

Esta tubería es la 40 (S) REF. (23)

Con esta tubería obtenemos una velocidad de 51.75 pies/seg. que es una velocidad aceptable.

b) Tubería de liquido.

m = 1.4550 lb/seg. P = 37.16 lb/pie^3 en condiciones de liquido saturado a 169.2 psia y 86°F REF. (10)

Con un valor de velocidad recomendado entre 1.64 y 4lpies/seg utilizaremos 1.64 pies/seg, por la ecuación 4.32

$$d = 2\sqrt{\frac{1.455}{37.16 \times 1.64 \times}} = 2.15 \text{ pulgadas}$$

Adoptamos tubería de 2.0 pulgadas 40 (S) cuyas caracteristicas son:

- diametro exterior 2.375 pulgadas
- diametro interior 2.067 pulgadas
- espesor 0.154 pulgadas

Con esta tubería tenemos una velocidad de 1.78 pies/seg. - que es aceptable.

c) Tubería de aspiración

Para condiciones de vapor saturado a 43.1 psia y 15°F
$P = 0.1524$ lb/pie^3 REF. (10)

La velocidad recomendada está entre 49 y 65.6 pies/seg., utilizando V = 49 pies/seg.

$$d = 2\sqrt{\frac{1.455}{0.1524 \times 49 \times}} = 0.498 \text{ pies}$$

d = 6 pulgadas

Esta tubería tiene las siguientes características:

- diametro exterior 6.625 pulgadas
- diametro interior 6.065 pulgadas
- espesor 0280 pulgadas

En la succión del compresor con esta tubería tendremos una- velocidad de 50.1 pies/seg. que es aceptable.

Para el sistema de refrigeración de las cámaras de congelación con un procedimiento igual se determinan los diametros y velocidades de la tubería y del amoniaco respectivamente.

a') Tubería de gas refrigerante

Adoptamos d = 2.5 pulg

Dext = 2.375 pulg Dint = 2.067 pulg Espesor 0.154 pulg.
169.2 psia y 258 °F = 0.391 lb/pie ^{3}

V = 69.92 pies/seg.

b') Tubería de líquido.

169.2 psia y 86°F = 37.16 lb/pie^3
Adoptamos d = 1.65 pulg
d = 1.5 pulg

Dext = 1.900 pulg. Dint = 1.61 pulg. Espesor = 0.145 pulg.
V = 1. 73 pies/seg.

c') Tubería de aspiración

20.88 psia y - 15°F P = 0.07709 lb/pie^3

$$d = 2\sqrt{\frac{0.909}{0.97709 \times 49 \times}} = 0.553 \text{ pies}$$

d = 6.6 pulgadas

En vista de que en el mercado no existe este diámetro para-tubería adoptamos la de 6 pulgadas.
Dext = 6.625 pulg Dint = 6.065 pulg. Espesor = 0.280 pulg.
V = 58.77 pies/seg.

4.2d.3 CAIDAS DE PRESION EN LAS TUBERIAS

a) Tubería de gas refrigerante.-

Según el plano No. 5 en esta sección tenemos:

- longitud de la tubería 135.99 pies
- longitud equivalente de los accesorios
  codos de 90° 9 x 10 = 90 pies
  teés 5 x 6.7 = 33.5 pies
  válvulas de compuerta 7 x 4.5 = 31.5 pies
  Lc = 105.0 pies
  Lt = 240.99 pies
- diametro interior 3.548 pulg.
- velocidad del amoniaco 51.75 pies/seg.

Por la ecuasión 4.25

$$Rc = \frac{V\, d\, \rho}{\mu} \qquad \mu = 9.16 \times 10^{-5} \text{ lb/seg-pie}$$

$$Rc = \frac{51.75 \times 3.548 \times 0.435}{12 \times 9.16 \times 10^{-5}} = 7.2 \times 10^{4}$$

Con $R = 7.2 \times 10^{4}$ y $/d = 0.0006$ del diagrama de Moody obtenemos $f = 0.034$, por la ecuación 4.30

$$hf = \frac{0.034 \quad 240.99 \times 12 \times (51.75)^{2}}{3.548 \times 2 \times 32.2} = 1.152.4 \text{ pies}$$

$\Delta P = hf\, \rho$ Ec. 4.33

$\Delta P = 1.152.4 \times 0.435 = 501.29 \text{ lb/pie}^2$

$\Delta P = 3.48 \text{ lb/pulg}^2$

b) Tubería del liquido refrigerante.-

Del mismo plano No. 5

- longitud de la tubería 287.52 pies Dint = 2.067pulg.
- longitud equivalente de los accesorios P =37.161b/pie^3

codos de 90° 5 x 5 = 25 pies

teés 8 x 3.3 = 26.4 pies

Válvulas de compuerta 2 x 2.3 = 4.6 pies Lt = 343.52 pies

Calculamos Reynolds

$$Rc = \frac{1.78 \times 2.067 \times 27.16}{12 \times 13.9 \times 10^{-5}} = 8.2 \times 10^4$$

Con Rc y /d = 0.001 del diagrama de Moody obtenemos - f = 0.035

por la ecuación 4.30

$$hf = \frac{0.035 \times 343.52 \times 12 \times (1.78)^2}{2.067 \times 2 \times 32.2} = 3.43 \text{ pies}$$

$$\Delta P = 3.43 \times 37.16 = 127.45 \text{ lb/pie}^2$$

$$\Delta P = 0.885 \text{ lb/pulg}^2$$

c) Tubería de aspiración.-

De acuerdo al plano No.

- longitud de tubería = 3.57,36 pies
- longitud equivalente de los accesorios

codos de 90°de 6 pulg 4 x 16 = 64 pies

tees de 6 pulg. 8 x 10 = 80 pies

válvulas de compuerta 6" 21 x 7 = 147 pies

Lt = 648.36 pies

P = 0.1524 lb/pie^3 = 0.252 x 10^{-5} lb/seg-pie

por la ecuación 4.30

$$Rc = \frac{50.1 \times 6.065 \times 0.1524}{12 \times 0.252 \times 10^{-5}} = 15.3 \times 10^{5}$$

Con $Rc = 1.53 \times 10^{6}$ y $\varepsilon/d = 0.00039$ $f = 0.019$

$$hf = 0.019 \quad \frac{648.36 \times 12 \, (50.1)^{2}}{6.065 \times 2 \times 32.2} = 949.97 \text{ pies}$$

por la ecuación 4.33

$\Delta P = 949.97 \times 0.1524 = 144.77 \text{ lb/pie}^2$

$\Delta P = 1.005 \text{ lb/pulg}^2$

El ciclo termodinámico teórico sufrirá ciertas variaciones de acuerdo a estas caídas de presión y a las que se producirán en los evaporadores y condensadores, variaciones que son de preciables para los diferentes cálculos del ciclo.

4.2d.4 Cálculo de aislamiento de las tuberías

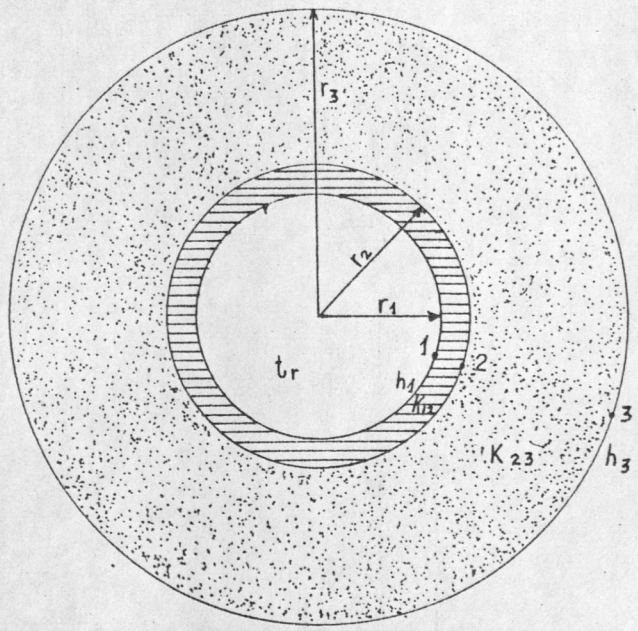
Precisa aislar las tuberías que van a conducir el refrigerante en la sección de succión del compresor y la del líquido, para ello utilizaremos el poliuretano que es el más usado en la actualidad tanto por sus características como por su fácil adquisición en el mercado en distintas formas y medidas.

4.2d.4.1 Aislamiento de tubería de aspiración del compresor.-

Esta tubería comprende desde la salida de los evaporadores en las diferentes cámaras, hasta la succión del compresor, comuna longitud de 648.36 pies.

Asumimos una temperatura del aire de 68°F, con una hum ad-relativa promedio de 80.25% REF.(22), condiciones que] eden considerarse extremas en nuestro medio, con estas refe ncias podemos hallar el punto de rocio del aire que es 62.5°l fi-jamos la temperatura exterior del aislante en 64 °F.

El problema se reduce ahora a calcular el espesor del a slamiento que en este caso es el poliuretano, de acuerdo a grá fico adjunto:



Los datos que podemos utilizar son:

- radio exterior de la tubería 3.3125 pulgadas
- radio exterior de la tubería 3.0325 pulgadas
- temperatura del refrigerante 15°F
- coeficiente de conducción de calor del material de la tubería $K_{12} = 85.79 \frac{Btu}{h\text{-pie-}^\circ F}$
- coeficiente de conducción de calor del poliuretano - $K_{23} = 0.241 \frac{Btu}{h\text{-pie-}^\circ F}$
- temperatura del aire exterior 68°F (te)
- temperatura de la superficie exterior del aislamiento 64°F (t4)

Calculo del coeficiente de convección aislante-aire.-

considerando el régimen de transmisión de calor como permanente y el aire que rodea la tubería en reposo, podemos emplear la relación:

$Nu = 0.525 (Gr\ Pr)^{1/4}$ Ec. 4.34 REF. (14)

Esta relación es válida para convección libre alrededor de cilindros horizontales y para valores del producto Gr Pr entre 10^4 y 10^9 con la Ec. 3.3

$$Pr = \frac{Cp\ \mu}{K}$$

$$Pr = \frac{0.24 \times 0.0433}{} = 0.70,4,$$

$Pr = 0.704$

Por la ecuación 3.2

$$Gr = \frac{d^3 \rho^2 g \beta (te - t3)}{2}$$

$$Gr = \frac{(9)^3 (0.0746)^2 \times 32.2 \times 1/523 (68-58) (3.600)^2}{(12)^3 \times (0.0433)^2}$$

Asumimos dext = 9 pulg. para la tubería incluido el aislamiento

$Gr = 9.9811 \times 10^6$

Por la Ec. 4.34

$Nu = 0.525 (9.9811 \times 10^6 \times 0.704)^{1/4}$ cúmple con la condición 10^4 Gr Pr 10^9

$Nu = 27.037$

$h_3 = \frac{27.037 \times 0.014 \times 12}{9} = 0.5046$

$h_3 = 0.5046 \frac{Btu}{h\text{-}pie^2\text{-}°F}$

Cálculo del coeficiente de convección refrigerante-tubería. Utilizando la ecuación 4.25 propuesta por Mc Adams cuando - R > 10.000 dentro de tubos horizontales y considerando la - temperatura media del refrigerante.

Por la Ec. 426

$R = \frac{V d}{\nu}$

$R = \frac{50.1 \times 6.065 \times 3.600}{1.31 \times 10^{-2} \times 12} = 69585.46 \times 10^2$

$R = 695,8546 \times 10^4$ 10^4

Con la Ec. 3.3

$$Pr = \frac{C_p \mu}{K}$$

$$Pr = \frac{1.143 \times 0.50}{0.29} = 1.97$$

$$Nu = 0.023\ R^{0.8}\ Pr^{0.4}$$

$$Nu = 0.023 \times (695.8546 \times 10^4)^{0.8}\ (1.97)^{0.4}$$

$$Nu = 8.985.2$$

$$h_1 = \frac{8.985.2 \times 0.29 \times 12}{6.065} = 5.155.6$$

Cálculo del calor transmitido por unidad de longitud de la tubería.-

Utilizamos la ecuación:

$Q/L = 2\pi r_3 h_3 (te - t_3)$ Ec. 4.35 Ref. (14)

$= 2\pi r_3 \times 0.5046 (68 - 58)$

$Q/L = 31.7\ r_3$ Btu/h - pie

Donde r_3 es el radio exterior del aislamiento

Cálculo del espesor mínimo del aislante.-

En régimen permanente el calor trasmitido por unidad de - longitud de tubería es:

$$\frac{Q}{L} = 2h_1(t_1 - t_r) = 2\frac{K_{12}(t_2 - t_1)}{\ln r_2/r_1} = 2\frac{K_{23}(t_3 - t_2)}{\ln r_3/r_2}$$

Eliminado t_1 y t_2

$$\frac{Q}{L} = \frac{2(t_3 - t_r)}{\frac{1}{r_1 h_1} \quad \frac{\ln r_2/r_1}{K_{12}} \quad \frac{\ln r_3/r_2}{K_{23}}}$$

$$\frac{Q}{L} = 31.7\ r3 \quad \text{Btu/h-pie}$$

$$31.7\ r3 = \frac{2\ (58 - 15)}{\frac{1 \times 12}{3.0325 \times 5.155.5} + \frac{La\ 3.3125/3.0325}{85.62} + \frac{en\ r3/3.3125}{0.241}}$$

resolviendo para r 3 obtenemos un valor de 5 pulgadas por lo que el diametro total incluido la tuberia es de 10 pulgadas lo que es casi igual al diametro asumido de 9 pulgadas.

El espesor del aislamiento estará dado por:

e = r3 - r2 = 5 - 3.3125 = 1.6875 pulgadas

Por lo tanto el aislamiento total tendrá un espesor de 4 pulgadas de poliuretano.

4.2d.4.2 AISLAMIENTO DE TUBERIA DE LIQUIDO REFRIGERANTE

Esta tuberia comprende desde la salida del condensador hasta la válvula de flotador con una longitud de 287.52 pies.

Es conveniente aislar esta sección de tuberia para evitar la evaporación del líquido refrigerante antes de que circule por el evaporador. Esta tuberia irá aislada con una capa de poliuretano de 4 pulgadas de espesor al igual que la tuberia - anterior, espesor que es bastante aceptable.

Para evitar la penetración de humedad el aislamiento será revestido con papel de aluminio.

4.2d.5 SELECCION DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL AUTOMATICO

El equipo de refrigeración dispondrá de varios dispositivos de control automático con el fin de garantizar un eficiente y confiable funcionamiento, la distribución de los mismos - consta en el gráfico No.

Presostato de alta presión.-

Es un interruptor eléctrico que trabaja con la presión de - la tubería de descarga del compresor que abre o cierra el - circuito de corriente al motor del compresor, por medio de un circuito especial de protección cuando la presión de condensación se eleva o desciende respectivamente de los valores normales de trabajo.

Usaremos un presostato de lata presión de las siguientes características:

- Marca y tipo "DANFOSS" MP5A
- Número de código 60 - 0106
- Refrigerante R 717 (NH_3)
- Amplitud de regulación 6-22 atmósferas efectivas - - ($88.2 - 323.4 \frac{lb}{pulg^2}$)
- Presión máxima admisible 32 atmósferas (470.4 $lb/pulg^2$)
- Diferencial de presión 2 - 8 atmosferas (29.4-117.6 - $lb/pulg^2$)
- Voltajes de trabajo 110-380 voltios 6 amperios

Puesto que la presión de condensación es 169.7 psia.(11.6atm) el presostato se regulará para que desconecte al motor del -

compresor a 190 psia (12.92 atm) y lo que da un diferencial de 2.72 atmosferas.

Presostato de baja presión.-

Es un conmutador eléctrico comandado por la presión de la tubería de aspiración del compresor, para el motor del compresor cuando las presiones normales de trabajo se elevan o descienden.

- Marca y tipo "DANFOSS" MP1A
- Número de código 60-0144
- Refrigerante R 717 (NH3)
- Amplitud de regulación 30cm Hg (11.8pulg de Hg)-6atm (88.2 lb/pulg^2)
- Presión máxima admisible 16 atm (235.2 lb/pulg^2)
- Diferencial de presión 0.5 - 6atm (7.35-88.2 lb/pulg^2)
- Voltajes de trabajo 110-380 V. 6 Amps.

Ya que la presión normal de trabajo es 43.1 lb/pulg^2 (2.93atm) el motor del compresor se parará a 30 lb/pulg^2 (2,04 atm) y lo conectará a 50 lb/pulg^2 (3.4 atm), lo que da un diferencial de 1.36 atm (19.99 lb/pulg^2)

Presostato de seguridad de aceite.-

Está destinado a ser utilizado como presostato de seguridad en compresores de refrigeración lubricados bajo presión. Es reajustado para detener el funcionamiento del compresor cuan

do la presión de aceite falla. El tipo Mp55A esta destinado a ser utilizado en sistemas que emplean R 717 (NH3), estan equipados con relé de temporización térmica incorporado ajustado para un tiempo de abertura fijo.

- Marca y tipo DANFOSS MP 55A
- Número de código 60B0161
- Amplitud de regulación 0.3 - 4.5 atm (4.41 -66.15psia)
- Diferencial de presión 0.2 atm (2.94 psia)
- Voltaje de trabajo 110 ó 220 V. 6 Apms.
- Tiempo de abertura del relé temporizado 45-60-90-120-seg.

Para presostatos de aceite se recomienda ajustar la presión a 2.44 atm (35.8 psia), en el caso de compresores frigoríficos.

Valvula solenoide

Son válvulas electromagnéticas mandadas por corriente eléctrica y que se utilizan como válvulas automáticas de cierre total. Se instalan frecuentemente en la tubería de liquido y se cierran cuando el compresor no funciona, ésto evita el escape de liquido del condensador a través de la válvula de expansión y que se inunda el evaporador con lo que no alimentaria al compresor con liquido al momento del arranque.

- Marca y tipo DANFOSS EUSA 50
- Número de código AEXY 50 GP
- Acople tubería soldada de 2" de diametro
- Diferencia de presión máxima para abertura 17.5 atm - (257.25 psia).

- Diferencia de presión mínima para abertura 0.05 atm - (0.735 psia)
- Máxima presión de trabajo 35 atm (514.5 psia)
- Máxima temperatura de trabajo 221°F
- Mínima temperatura de trabajo - 39.9 °F
- Voltaje de trabajo 230 - 115 V. 12 W.

Válvula presostática de agua.-

Regula automáticamente la entrada de agua al condensador en relación con la presión de condensación Está acoplada mediante un capilar a la tubería de descarga del compresor. Se ajusta mediante un muelle el que abre la entrada de agua a medida que se eleva la presión y se cierra completamente cuando el compresor no funciona.

- Marca y tipo WVS 100
- Diametro interior 4 pulgadas
- Presión de condensación máxima 26.5 atm (389.55 Psia)
- Presión de agua máxima 102 tm (147 psia)
- Diferencial de regulación de presión 0.3 - 10 atm - (4.41 - 147 psia)
- Presión de condensación mínima a la que comienza a abrirse la válvula 2.2 atm (32.34 psia)

La presión normal de condensación de la planta es 169.7 psia, regularemos la válvula presostática para que esté completamente abierta a 180 psia.

Desairеador.-

Es importante tenerlo en la planta por cuanto frecuentemente debe extraerse aire del circuito de refrigeración, especialmente con amoníaco.

Resistencia de Calentamiento.-

Mantiene una adecuada temperatura del aceite en el carter del compresor, de esta manera se desgasifica el refrigerante que puede estar diluído en el aceite, a pesar de que el amoníaco no es miscible con los aceites de lubricación de equipos frigoríficos. Estas resistencias están incorporadas en los compresores.

Termostato de inmersión del estanque colector de agua de la Torre de enfriamiento.-

Está controlado por la temperatura del agua del estanque, o sea la temperatura de entrada de agua la condensador. Según la temperatura detectada, los contactos del circuito de corriente al motor del ventilador de la torre se abrirían o cerrarían.

- Marca y modelo DANFOSS MP 66
- Número de código 60 L 0110
- Amplitud de regulación 50°F - 113°F
- Diferencial de regulación 34.7°F - 57.2 °F
- Acople tubo capilar de 6.56 pies de longitud
- Voltajes de trabajo 110 - 380 V 6 Amps.

Como el agua entra al condensador a 70°F, el termostato será regulado para que pare y arranque el motor del ventilador de la torre a 66°F y 74°F respectivamente.

C A P I T U L O V

ANALISIS ECONOMICO

El estudio económico se lo hace basándose en las siguientes premisas:

1.- El matadero frigorífico será instalado en la ciudad de Quito y en una zona donde haya suficiente aprovisionamiento de agua potable y energía eléctrica.

2.- Se estima que la planta trabajará 240 días al año con una producción continua de 8 horas diarias, por tanto la capacidad diaria que es de 150.800 lbs. de carne, anualmente serán, 36'192.000 lbs. de carne.

3.- El matadero no vende el producto, limitándose únicamente a prestar los servicios de faenamiento cobrando tarifas ya establecidas de acuerdo al cuadro adjunto:

TARIFAS DE FAENAMIENTO

	Bovinos	Suinos	Ovinos
Visita ante-mortem	35	20	17
Permanencia establos	10	3.5	1.5
Peso	4	1.5	1.5
Desposte e inspección sanitaria	66	30	20
Total (Sucres)	115	55	40

A más de ésta tarifa se considera el ingreso por industrialización de los subproductos como se detalla en el Anexo 5.3 y el transporte hasta los sitios de venta al público y permanencia en el frigorífico.

4.- El consumo de energía eléctrica se lo ha calculado en base a un trabajo constante a plena carga de todo el equipo, lo que lógicamente no es realidad.

5.- El consumo de agua dulce incluye pérdidas (evaporación, purgas, etc.) en aproximadamente 2.5% de la capacidad de la torre de enfriamiento, por supuesto este porcentaje es algo inusual.

6.- Casi todos los gastos y costos considerados se los ha establecido con un margen de exceso, en consecuencia en la realidad dichos valores dejarán un margen favorable al inversionista.

Considerando las premisas anteriores las conclusiones del análisis económico son las siguientes:

T A B L A 5.1

CUADRO DE INVERSIONES

	VALOR s/.	%
INVERSION FIJA:	63'927.434	90.4
- Maquinaria y equipo CIF	21'993.000	31.1
- Terreno	1'120.000	1.6
- Edificio y construcciónes	29'636.000	41.9
- Muebles y equipos de oficina	500.000	0.7
- Camiones de reparto	8'000.000	11.3
- Otros activos	2'045.489	2.9
- Imprevistos	632.945	0.9
CAPITAL DE OPERACION:	6'826.977	9.6
- Materiales directos	648.000	0.9
- Mano de obra directa	1'359.360	1.9
- Carga fabril	1.936.061	2.7
- Caja y bancos	2'815.962	4.0
- Otros	67.594	0.1
INVERSION TOTAL:	70'754.411	100.0

TABLA 5.2

COSTOS DE OPERACION

	MES	AÑO
A.- DIRECTOS		
- Mano de obra*	113.280	1'359.360
- Materiales	54.000	648.000
B.- CARGA FABRIL		
- Mano de obra indirecta*	132.760	1'593.120
- Repuestos	15.578	186.941
- Utiles de aseo	5.000	60.000
- Combustible y lubricantes	8.000	96.000
C.- INDIRECTOS		
- Energía eléctrica	234.120	2'809.437
- Agua	2.325	27.900
- Telefono y comunicaciones	1.000	12.000
- Seguros	14.336	172.035
- Mantenimiento de maquinaria y equipo	31.157	373.881
- Refacción	46.735	560.822
- Depreciación maquinaria y equipo	164.948	1'979.370
- Depreciación edificios de planta	104.417	1'253.000
- Otros	5.000	60.000
TOTAL:	932.656	11'191.866

* Incluye prestaciones sociales y provision para sobre-tiempos.

TABLA 5.3

GASTOS DE ADMINISTRACION

	MES	AÑO
- Sueldos y salarios	92.800	1.113.600
- Prestaciones sociales	60.320	723.840
- Sobretiempos	8.000	96.000
- Gastos de representacion y residencia	16.667	200.000
- Luz, agua, teléfonos y comunicaciones	2.000	24.000
- Utiles de escritorio e impresos	10.000	120.000
- Utiles de aseo	1.000	12.000
- Seguros	1.225	14.700
- Depreciación edificios administración	12.250	147.000
- Depreciación muebles y equipos de oficina	4.167	50.000
- Amortización, construcción e instalaciones	23.912	286.941
- Imprevistos	2.323	27.881
Total:	234.661	2'815.962

T A B L A 5.4

COSTOS DE COMERCIALIZACION

	MES	AÑO
- Sueldos y salarios	18.600	223.200
- Prestaciones sociales	12.090	145.080
- Sobretiempos	6.000	72.000
- Seguro	20.000	240.000
- Depreciación vehiculos	133.333	1'600.000
- Imprevistos	1.900	22.803
- Total:	191.923	2'303.083

COSTOS FINANCIEROS

- Intereses y cargas financieras	7.287	87.442
Total:	7.287	87.442

T A B L A 5.5

BALANCE DE RESULTADOS

(Período 1 mes - 1 año)

	s/. MES	s/. AÑO
INGRESO POR SERVICIOS	2'139.918	25'679.374
(-) COSTO DE OPERACION		
- Costos directos	167.280	2'007.360
- Carga fabril	161.338	1'936.061
- Costos indirectos	604.038	7'248.445
- UTILIDAD BRUTA DE OPERACION	1'207.292	14'487.508
(-) COSTOS DE ADMINISTRACION	234.664	2'815.962
(-) COSTOS DE COMERCIALIZACION	191.923	2'303.083
(-) COSTOS FINANCIEROS	7.287	87.442
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	773.418	9'281.021

$$\text{Utilidad} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ingresos por servicios}} = \frac{9'281.021}{25'679.374} = 36.1\%$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión Total}} = \frac{9'281.021}{70'754.411} = 13.1\%$$

T A B L A 5.6

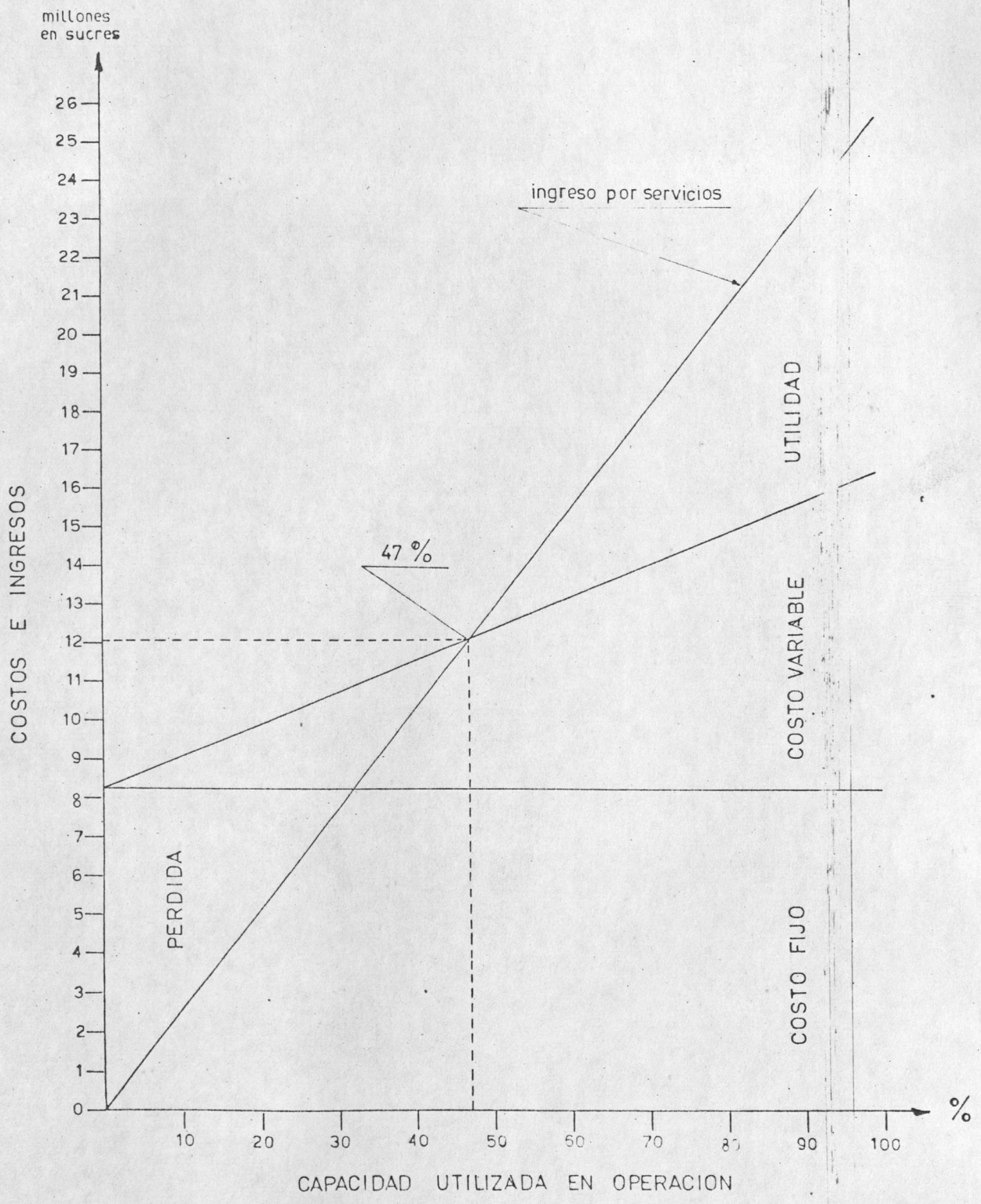
PUNTO DE EQUILIBRIO, COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES
(Cuadro Anual)

	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	COSTO TOTAL
Materiales directos		648.000	648.000
Mano de obra directa		1'359.360	1'359.360
Mano de obra indirecta		1'593.120	1'593.120
Repuestos		186.941	186.941
Utiles de aseo	60.000		60.000
Combustible y lubricantes		96.000	96.000
Energía eléctrica, agua, teléfono y comunicaciones	12.000	2'837.337	2'849.337
Seguros	172.035		172.035
Mantenimiento y refacción de maquinaria y equipos		934.703	934.703
Depreciación	3'232.370		3'232.370
Costos de administracion	2'815.962		2'815.962
Costos de comercialización	1'839.772	463.311	2'303.083
Costos financieros	87.442		87.442
Imprevistos		60.000	60.000
TOTAL:	8'219.581	8'178.772	16'398.353

$$Y_{pe} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{YT}} \qquad Y_{pe} = \frac{8'219.581}{1 - \frac{8'178.772}{25'679.374}} = 12'060.939$$

$$\% \text{ PE} = \frac{Y_{pe}}{YT} = \frac{12'060.939}{25'679.374} = 47\%$$

PUNTO DE EQUILIBRIO



A N E X O 5.1

LISTA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

		VALOR CIF
4	Compresores modelo 448 de 74.5 T.R. 1.000 RPM. 100 HP.	1'034.227,oo
1	Compresor modelo 448 de 34.2 T.R. 1.000 RPM 75 HP.	256.623,38
4	Motores eléctricos 100HP. 230/460Volts. 60Hz.	113.173,20
1	Motor eléctrico de 75HP. 230/460Volts. 60Hz.	23.577,75
4	Separadores de aceite de 16"	99.139,72
1	Separador de aceite de 8"	12.392,47
4	Evaporadores VHG 7.100	339.674,81
11	Evaporadores VHG 6130	870.978,36
4	Evaporadores VHG 4725	250.181,33
2	Evaporadores VHG 6850	164.343,16
1	Condensador Vilter AC Modelo 20 x 20	133.023,67
1	Condensador Vilter AC Modelo 12 x 6	21.246,97
1	Recibidor de amoníaco Modelo 8 x 12	8.032,16
1	Recibidor de amoníaco Modelo 8 x 6	6.196,23
1	Torre de enfriamiento CFT Modelo 2415	144.710,oo
2	Bombas de agua de 10 H.P.	35.385,49
1	Caldero de 75 H.P.	349.300,oo
10	Puertas con apertura para riel de dimensiones 5' x 11'	312.515,oo
1	Compresor de aire	258.000,oo
1	Grupo generador de emergencia instalado, incluído tablero de control de 1.200 KW.	3'600.000,oo
4	Camiones frigoríficos	8'000.000,oo

		VALOR CIF
	Conjuntos de tuberías y accesorios para instalación de agua, circuitos de amoníacos, aislamiento de tuberías y cámaras frigoríficas, 5 dispositivos de control automático, instalaciones eléctricas completas de la planta, carga inicial de amoníaco, imprevistos	10'000.000,oo

EQUIPO PARA FAENAMIENTO DE GANADO BOVINO

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR CIF
1	Báscula de plataforma para pesar ganado en pie. Dimensiones: 7.216 pies (2.2m) x 3.936 pies (1.2m) capacidad 1.400 Kg.	35.218,75
2	Puertas tipo guillotina para la entrada de ganado	23.720,oo
2	Puertas levadisas para el corral de aturdido, construída en acero	26.450,oo
1	Pistola para aturdimiento de ganado mayor, provista de 10.000 cartuchos	17.250,oo
623.35	Metros de rieles aéreos de 2 1/2" x 1/2" para transporte en general $81.25 c/m.	1'263.647,33
16	Cambiavías semiautomáticos para los rieles en hierro fundido $ 65 c/u	25.948,oo
20	Ganchos con rueda y cadena para el desangre	107.500,oo
1	Grúa para levantar las reses a la línea de desangre 1 HP. 220 voltios	18.593,75
1	Gabinete para el lavado de cabezas de res	13.763,75
1	Carro para inspección y transporte de cabezas	11.895,oo

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR CIF
4	Extensores en la línea de procesamiento construidos en acero inoxidable	1.437,50
10	Cuchillos para descuerar	1.175,oo
3	Sierras, combinación de sierra para el anca y rajadora de canales	104.793,75
8	Sierras manuales de hoja	31.337,50
4	Plataformas para el despiece de reses de dos niveles de dimensiones 1.5 y 0.6 m. de alto, 2 y 1m de largo 0.8m de ancho	89.557,50
900	Ganchos para reses en canal, con rueda para el riel de altura	743.906,25
50	Ganchos en "S" de acero inoxidable para - cuartos de reses	5.930,oo
2	Carros galvanizados con capacidad de 1.100 lbs. para trabajo pesado con ruedas de goma sintética	15.095,oo
2	Carros para transporte de tripas con recipiente de capacidad de 160 lts. en acero inoxidable con ruedas de caucho	18.513,75
2	Carros para inspección y transporte de vísceras, fabricado en acero inoxidable	25.445,oo
1	Báscula automática de altura con escala - circular - capacidad 500 Kgr.	50.312,50
1	Lote de cuchillos, herramientas y accesorios necesarios para el procesamiento	17.968,75
3	Pitones manuales para agua con mangueras de 8m. de largo	5.606,25
2	Mesas para preparación y limpieza de cueros de res, de acero galvanizado y lámina superior de acero inoxidable 2.5m largo x 1.5m de ancho y 0.85m de altura	42.190,oo

EQUIPO PARA FAENAMIENTO DE CERDOS

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR CIF
2	Tenazas eléctricas para aturdimiento, con transformador de 70 V.	15.812,25
271,24	Metros de rieles aéreos de 2 1/2" x 1/2" para transporte en general	549.854,35
1	Grua eléctrica para levantar los cerdos en la línea de desangre de 1/2HP 220V.	19.693,35
12	Cambiavías semiautomáticos para el riel en hierro fundido	22.425,oo
12	Ganchos para la línea de desangre con - rueda para el riel	9.746,25
1	Dispositivo para descender los cerdos - en el tanque de escaldado	5.966,25
1	Tina escaldadora con serpentín para va- por	10.710,oo
1	Control para la tina escaldadora	8.697,50
1	Máquina para pelar cerdos 3HP	40.322,50
1	Mesa para completar manualmente el pelado de cerdos	12.650,oo
50	Troles para cerdos	4.042,50
50	Extensiones de gambreleras	1.793,28
4	Sierras manuales de hoja para corte de los canales	15.670,oo
8	Cuchillos	977,50
1	Mesa para trabajo con estructura de acero galvanizado y lámina superior de acero - inoxidable. Dimensiones 2m x 0.9m x 0.9m.	14.842,50
1	Carro de acero inoxidable para transporte de tripas con recipiente de 160 lts.	18.542,50

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR CIF
2	Carros de bandeja para menudos	22.497,50
3	Pitones manuales para agua, con manguera de 8m. de largo	5.606,25
	PROCESAMIENTO DE TRIPAS, ESTOMAGOS	
2	Mesas para recepción y preparación de tripas y estomagos de bovinos, de acero galvanizado con lámina superior de acero inoxidable, de 3m x0.9m. x 0.9 m.	39.675,oo
2	Tanque para remojo y lavado de estómagos, de acero inoxidable con capacidad 500 Lts.	37.375,oo
1	Mesa para procesamiento y lavado inicial de tripas, con estructura de acero galvanizado, bandeja y tapa de acero inoxidable, 2 vertederos y mezclador para agua - fría y caliente. Dimensiones 2.5m x 0.9m. x 0.9m.	19.226,25
3	Centrifugadoras para limpieza y lavado de estómagos acoplado a un motor de 5 HP. y conexiones para agua caliente	213.468,75
1	Máquina para completar la limpieza de tripas de vacunos, con motor eléctrico de - 2.2 KW.	34.141,25
4	Tanques para el volteo y lavado de tripas, de acero inoxidable con capacidad de - 500 ltrs.	74.750,oo

ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR CIF
4	Mangueras con su respectivo pitón	7.252,50
8	Cuchillos	977,50
8	Afiladores de cuchillos	2.112,50
8	Raspadores	460,oo
4	Sacadores de uñas	1.710,oo

A N E X O 5.2

INGRESOS POR SERVICIOS

1. ANIMALES FAENADOS POR DIA — ANUAL

* 262 x 374**	= 97.988 lbs	62.880 bovinos
* 400 x 33**	= 13.200 lbs	96.000 ovinos
* 300 x 132**	= 39.600 lbs.	72.000 porcinos
	TOTAL 150.788 lbs.	

2. TASAS DE MATANZA Y DE INSPECCION ANUAL

Bovinos	62.880 x s/.115 =	7'231.200,oo
Ovinos	96.000 x s/. 40 =	3'840.000,oo
Porcinos	72.000 x s/. 55 =	3'960.000,oo
	TOTAL:	s/.15'031.200,oo

3. PERMANENCIA EN EL FRIGORIFICO (Costo por cada 200 lbs.)

Bovinos	62.880 x $\frac{374}{200}$ x s/.12 =	s/. 1'411.027.20
Ovinos	96.000 x $\frac{33}{200}$ x s/.12 =	190.080,oo
Porcinos	72.000 x $\frac{132}{200}$ x s/.12 =	570.240,oo
	TOTAL:	s/. 2'171.347,20

* Número de animales faenados

** Peso en libras

4. INDUSTRIALIZACION DE SUBPRODUCTOS

4.1 Harina de Sangre.-

Bovinos	62.880 x 15 ltrs.	=	943.200 ltrs.
Ovinos	96.000 x 1.5 ltrs.	=	144.000 ltrs.
Porcinos	72.000 x 3 ltrs.	=	216.000 ltrs.
		TOTAL:	1'303.200 ltrs.

35% harina 456.120 lbs. x s/.5 = 2'280.600,oo

4.2 Cuernos, pezuñas, pelos, etc.

Bovinos	62.880 x 2.64 lbs.	=	166.003,20 lbs.
Ovinos	96.000 x 0.22 lbs.	=	21.120,00 lbs.
Porcinos	72.000 x 044 lbs.	=	31.680.00 lbs.
		TOTAL	218.803.20 lbs.

Harina de abonos 70% = 153.162.24 lbs. x s/.3.50
Total s/.536.067,oo

5. TRANSPORTE A LOS LUGARES DE EXPENDIO

62.880 x 2 tablas	= 125.760 tablas x s/.16		s/.2'012.160,oo
96.000 x 2 tablas	= 192.000 tablas x s/.10		s/.1'920.000,oo
72.000 x 2 tablas	= 144.000 tablas x s/.12		s/.1'728.000,oo
		TOTAL:	s/.5'660.160,oo

TOTAL INGRESOS s/.25'679.374,oo

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la exposición de los distintos puntos y problemas que presenta la comercialización de ganado bovino y de carne en el mercado de Quito,- pueden resumirse las siguientes conclusiones: y recomendaciones generales:

Conclusiones:

a) Existe un marcado déficit de consumo de proteína animal, el cual se acentúa debido al desequilibrio existente entre el 3.3% que - es la tasa de crecimiento demográfico y el 2.4% que es la tasa - de crecimiento de la ganadería bovina;

b) La producción y la productividad de la ganadería están limitadas por la falta de tecnificación, manejo, sanidad y selección lo - que trae como consecuencia altos índices de mortalidad y bajos - índices de rendimiento;

c) La poca iniciativa privada y la falta de vocación empresarial para la explotación del ganado especializado en carne, es también- consecuencia de la falta de promoción, ayuda y competencia;

d) La existencia de políticas gubernamentales (como la ley de Reforma Agraria), no acordes con los intereses del productor, vienen

a limitar en gran medida las actividades de éste;

e) Un elevado porcentaje de la población productora y de la productora y de la producción ganadera se encuentran desplazadas de la economía de mercado;

f) La participación del productor en la comercialización del ganado y de la carne, es mínima, lo cual determina la proliferación de intermediarios;

g) La mayor parte de las ventas del ganado se efectúan en las fincas y ferias y los precios se determinan "a ojo", la báscula tiene poco empleo.

h) La infraestructura comercial del ganado y de la carne, es deficiente y no adecuada a las necesidades, no se tecnificaba, es - subutilizada, y de reducida eficiencia y productividad;

i) La falta de una estructura y organización racional de la comercialización, es también consecuencia de la mala y casi nula ordenación, regulación y tecnificación de las actividades inherentes a ella;

j) El sistema de transporte de ganado presenta muchas fallas, las - cuales ocasionan pérdidas económicas por la baja de peso y mal-- trato de los animales transportados; en tanto que el transporte- de la carne se caracteriza sobre todo por la ausencia total de - higiene y técnicas indispensables;

k) La carne de res a nivel de tercenas y frigoríficos presenta pocas garantías de higiene, en tanto que a nivel de supermercados, debido a las condiciones especiales con que es tratada, ofrece seguridad de higiene y peso exácto, pero el precio de venta es aproximadamente un 60% mayor con relación al de las tercenas;

l) Los mataderos de la ciudad de Quito se caracterizan por la inadecuada capacidad de las instalaciones y equipos, y por la insuficiencia de servicios;

m) El crecimiento demográfico y el consecuente aumento de la demanda frente a una oferta limitada debido a poco o nada incremento de la producción y productividad, así como de la deficiencia general en la comercialización, son factores que inciden directamente en el alza progresiva de los precios;

n) El aumento de precios a nivel de consumidor es consecuencia del aumento experimentado en los márgenes de comercialización, ocasionados por el inadecuado sistema de marcadeo existente, caracterizado por el sinnúmero de intermediarios por los que deben pasar el producto antes de llegar al consumidor;

o) El marco legal en el que viene desarrollandose la comercialización del ganado y de la carne, es anticuado e incompleto y su ejecución aes la realiza en mínima parte;

p) Los servicios oficiales y el marco Institucional tienen escasa coordinación entre sí, y muy poca con las actividades provadas;

Recomendaciones:

a) Establecer un sistema único de comercialización al por mayor en- todos los mercados de consumo.

b) Es menester que la¿Ciudad de Quito? en materia de manejo de carne, cierre el circuito de comercialización incluyendo el expendio a nivel de consumidor, a fin de obtener mayores ganancias;

c) Es indispensable la orientación de la producción de ganado de - carne a fin de lograr un producto apropiado para el consumo;

d) Se debe fomentar la creación de cooperativas para explotación de ganado bovino con el objeto de que puedan alcanzar precios justos para los productores.

e) Es necesario incrementar las políticas de fomento y repoblación ganadera para tratar de cortar la escases de carne en el mercado. Proyectos como el 222-EC del Banco Mundial para fomento de la ganadería de carne y leche a nivel nacional, constituye un ejemplo de acciones de este tipo.

f) Debe eleborarse un sistema de recolección y transporte de ganado de las fincas a la ciudad utilizando medios edecuados para evitar maltratos que trae como consecuencia una pérdida de peso del animal así como también el transporte desde los mataderos a los lugares de expendio en el que se deberían utilizar vehículos apropiados (refrigerados, con ganchos para suspender la carne, etc.) para evitar la contaminación bacteriana.

g) Se debe revisar y actualizar la legislación vigente para adaptarla a las necesidades del momento en lo que se refiere al desarrollo de la comercialización a todo nivel (nacional, regional, provincial y local).

h) Que se formule una política de comercialización de ganado y carne con regulaciones en cuanto a precios, establecimiento y funcionamiento de mercados y demás sitios de expendio así como de plan-- tas-mataderos.

i) Establecimiento de normas de calidad y de un sistema de clasificación del ganado y de la carne, de técnicas de faenamiento, cortes, empaque, etc. ordenando y regulando las distintas actividades a fin de mejorar la eficiencia del mercadeo.

j) Es imprescindible la construcción de un nuevo camal frigorífico, que cuente con instalaciónes automáticas y donde el contacto humano sea nulo en todo el proceso de matanza, corte y transporte- de la carne animal y que además cuente con el equipo necesario - para tratamiento de los subproductos.

El edificio en que funciona actualmente la casa de rastro, fue - construída para otros fines en el año de 1949, para luego ser adecuada para el procesamiento del ganado. Su ubicación es totalmente inconveniente por estar situada en medio de un populoso barrio, y su construcción antigua y pequeña para los fines a los - que se lo ha destinado, representan grandes obstáculos para su - normal funcionamiento. Las instalaciones son obsoletas y algunas ya no funcionan (el horno crematorio para el incineramiento de -

la carne no apta para el consumo, se encuentra descompuesto, por lo tanto dicha carne ha tenido que ser enterrada en terrenos no muy lejanos con grave riesgo de convertirse en foco de infección), las tareas se realizan en forma manual y sin observar condiciones de higiene; en resumen se puede afirmar que la carne sale ya contaminada * del Camal Municipal, agravándose este estado por la - falta de condiciones adecuadas en los sitios de venta (tercenas, mercados y carnicerías).

* Publicación en El Comercio 2 de Septiembre de 1974.

CAPITULO VII

APENDICE.-

1.- Gráficos.

2.- Tablas.

3.- Bibliografía.

ANEXO A 1

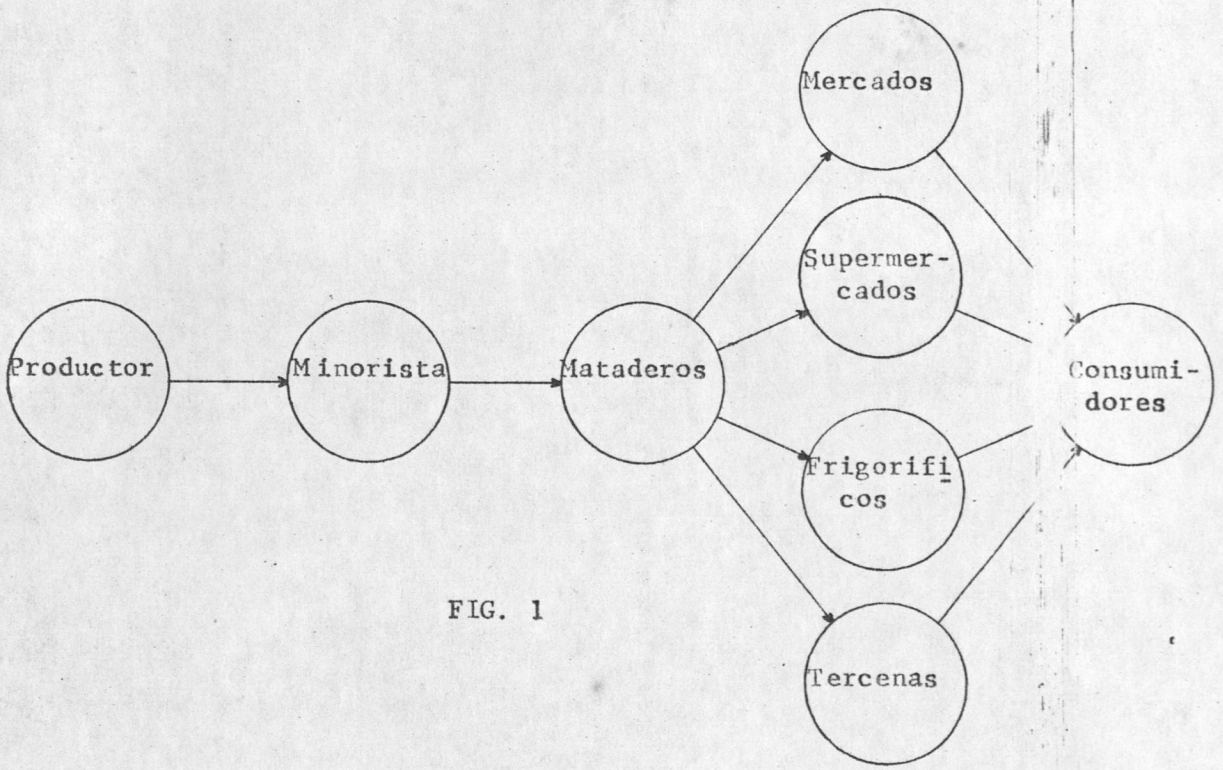


FIG. 1

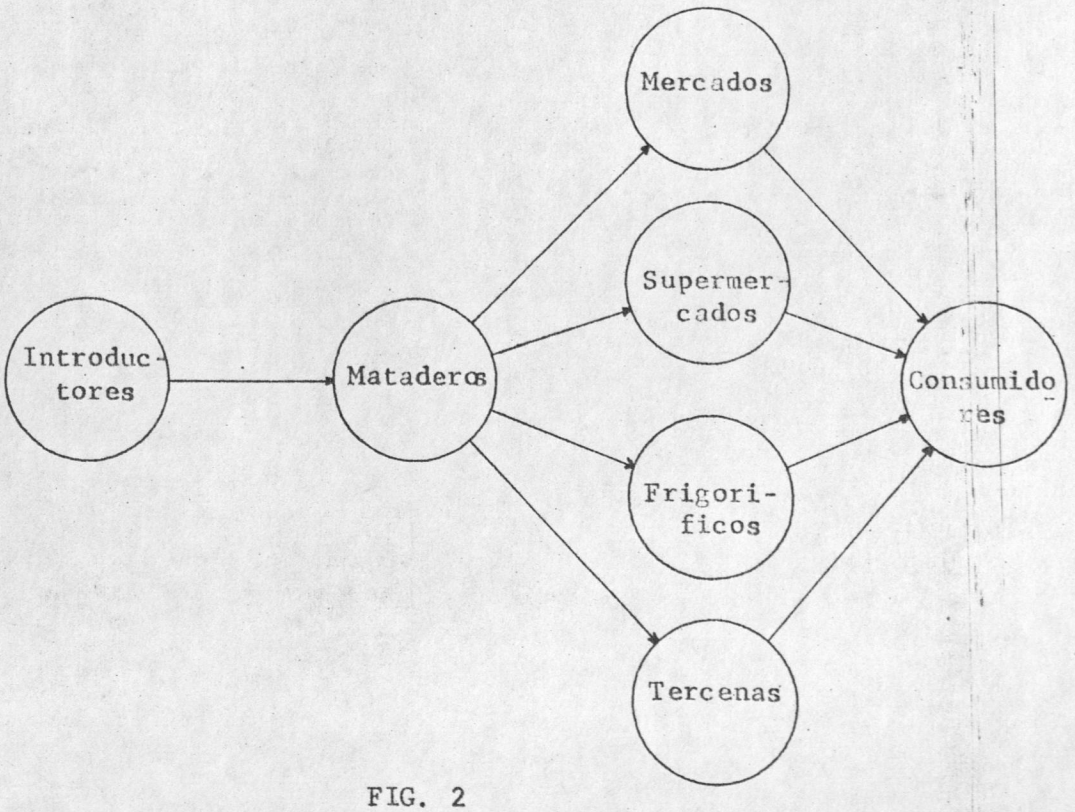


FIG. 2

ANEXO A 2

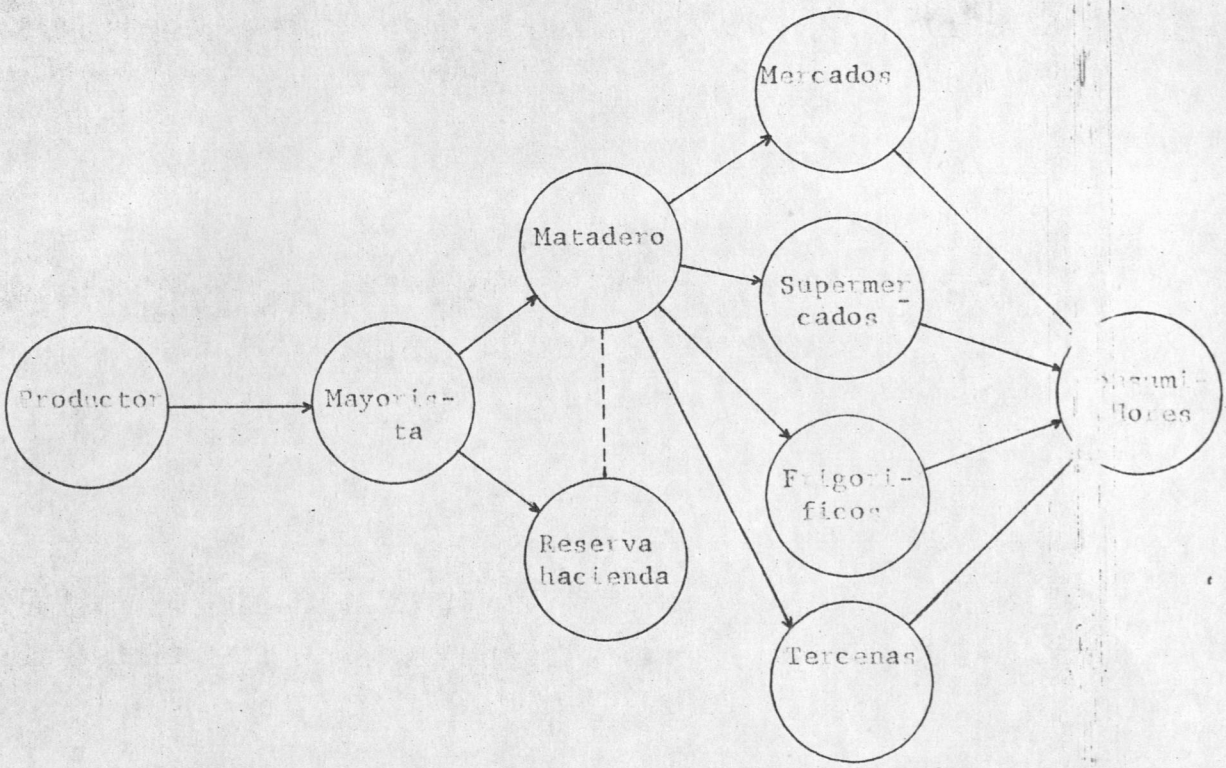


FIG. 1

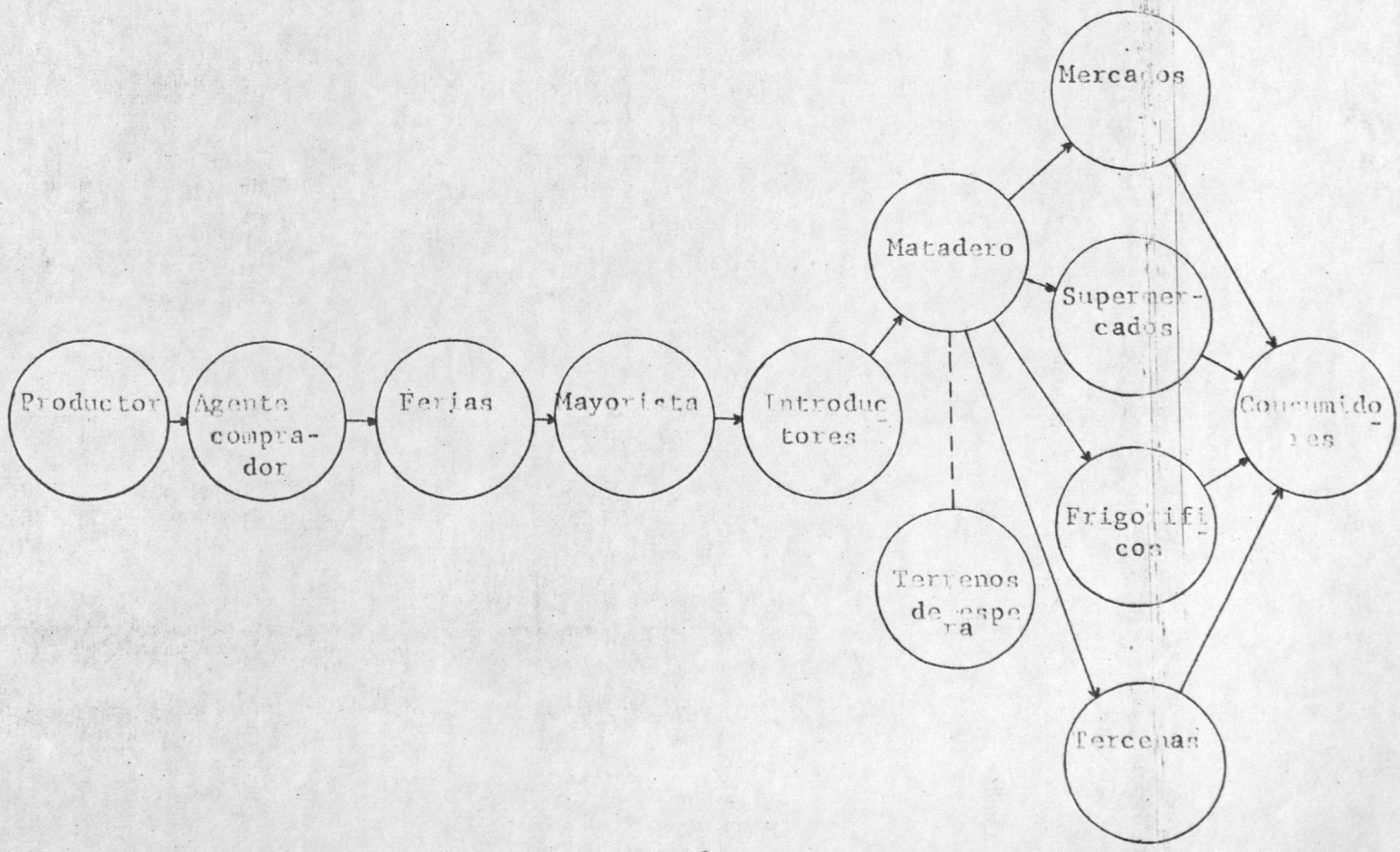
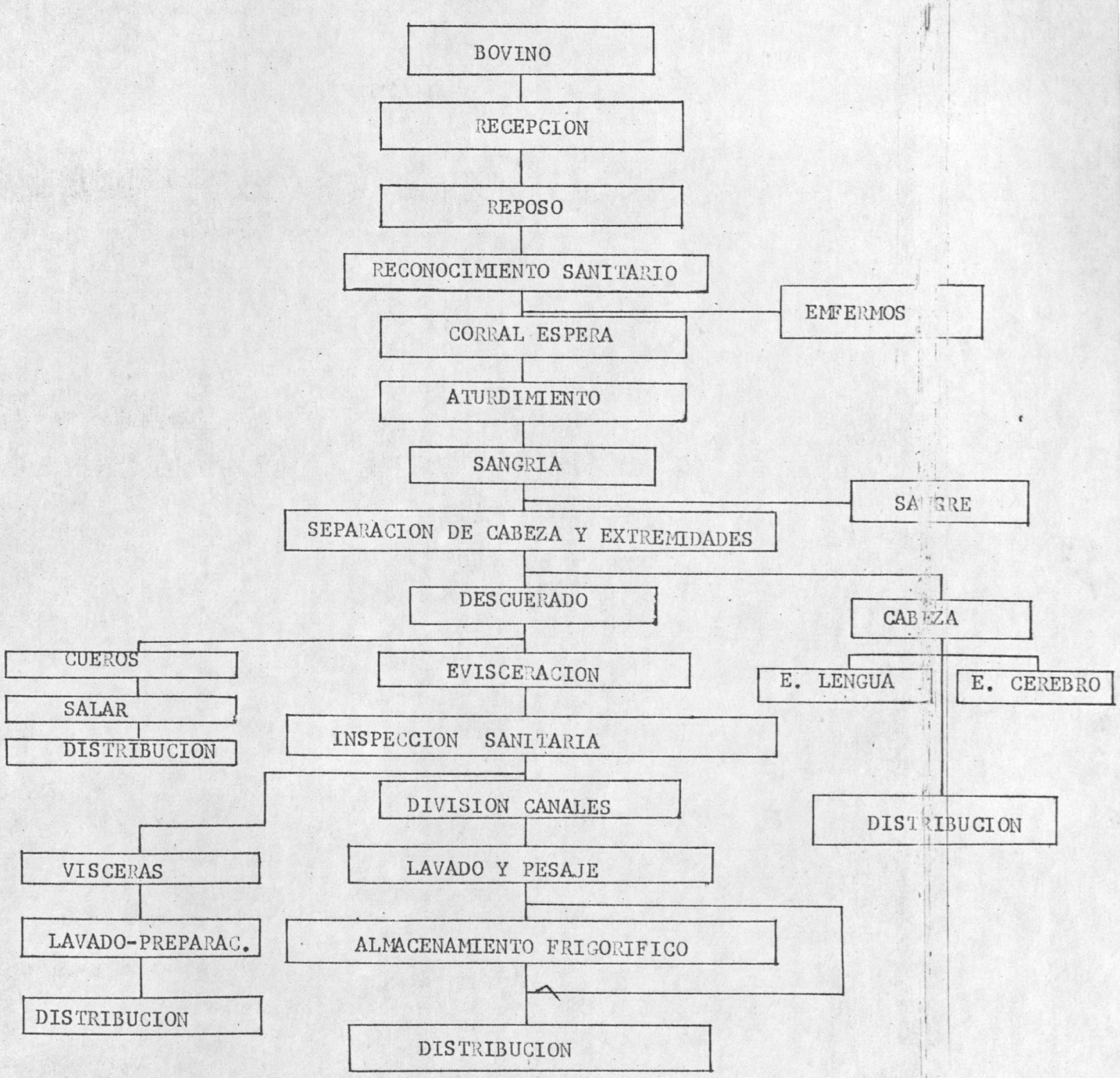


FIG. 2

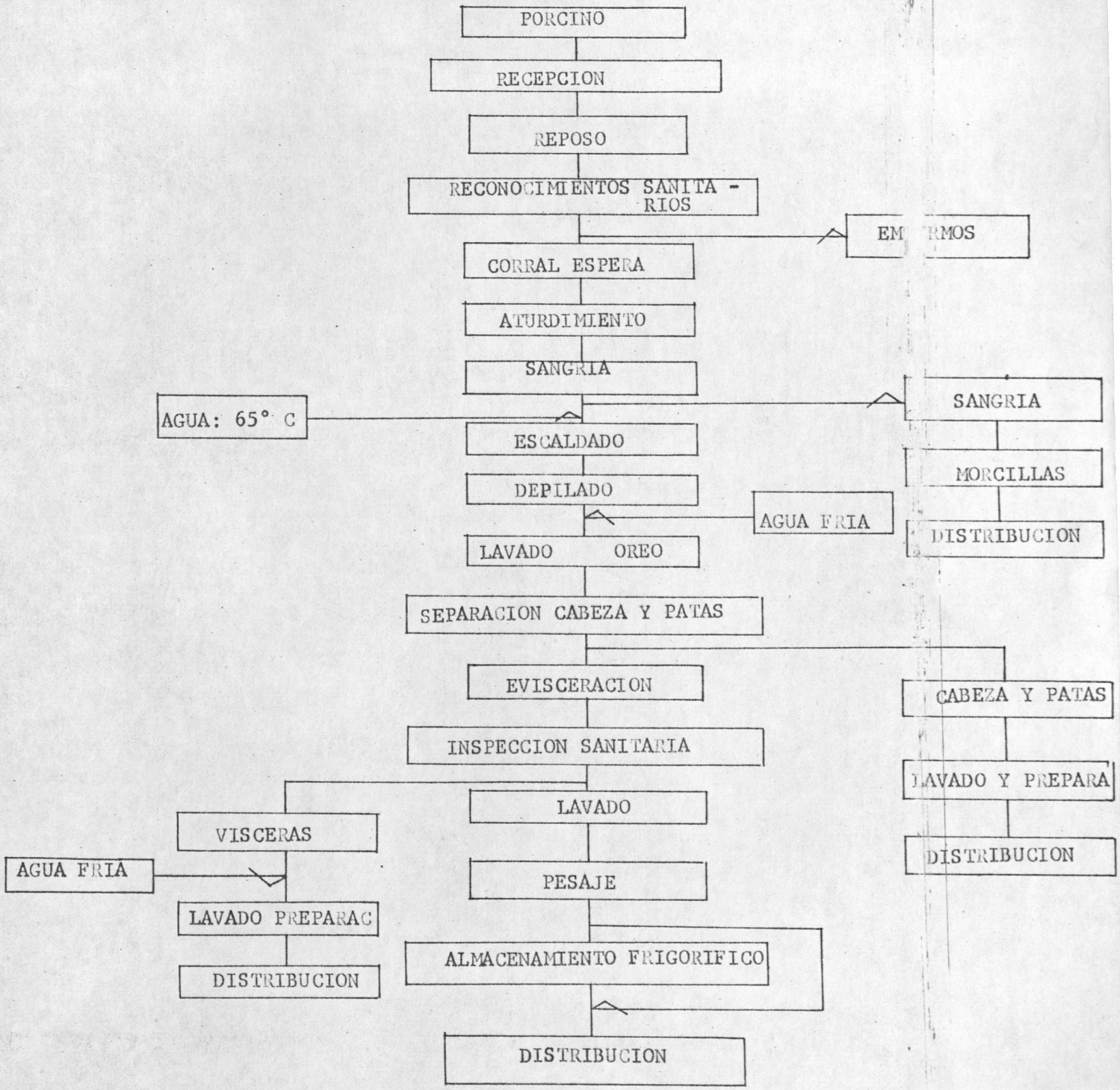
ANEXO A-3

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL SACRIFICIO Y FAENAMIENTO DE GANADO OVINO



ANEXO A 4

DIAGRAMA DE FLUJO Y SACRIFICIO PARA EL FAENAMIENTO DE GANADO PORCINO



ANEXO A5

RENDIMIENTO VOLUMETRICO PARA COMPRESORES FRIGORIFICOS

(Se admitirá que esta curva es idéntica para todos los compresores y fluídos considerados)

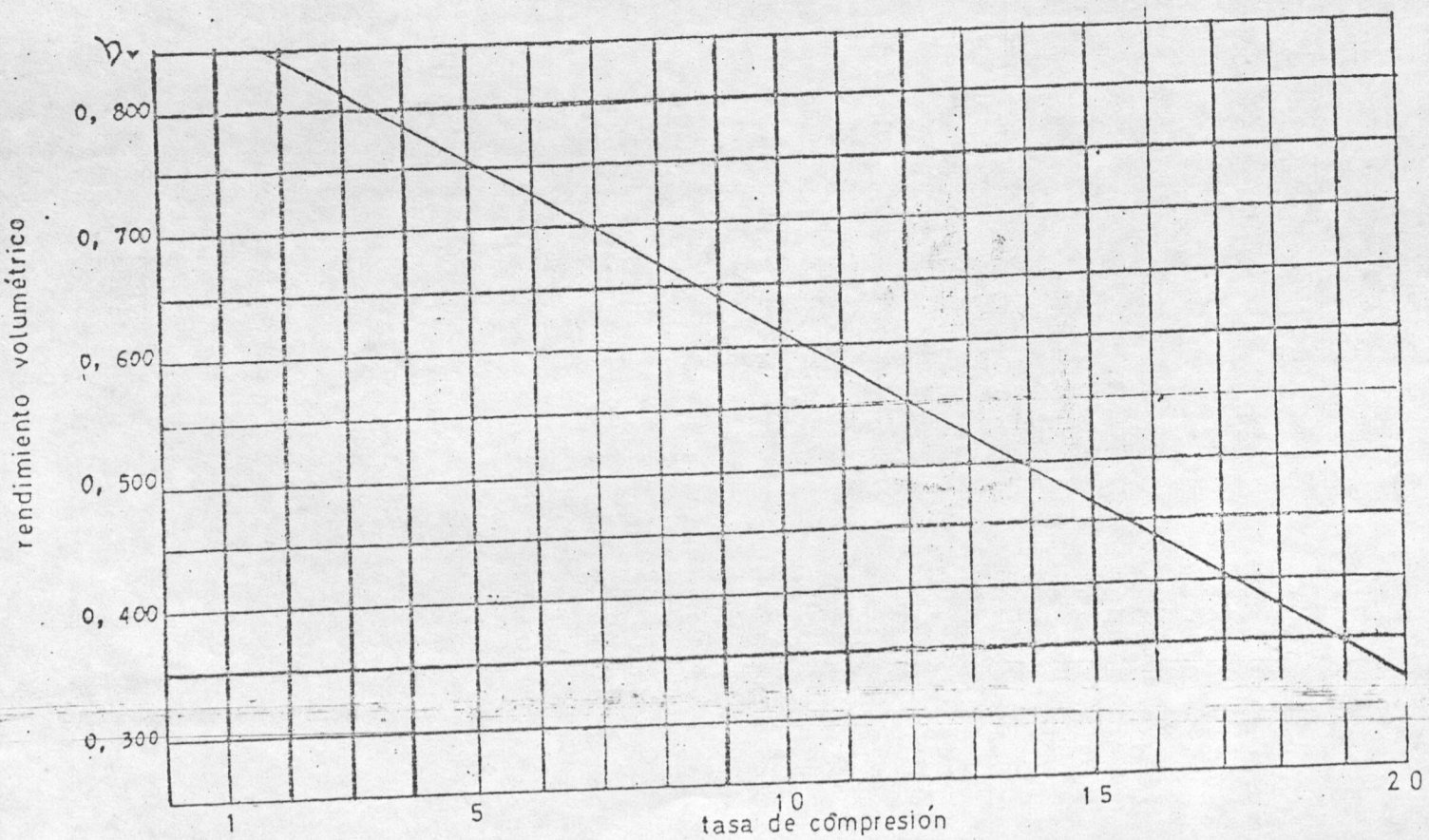
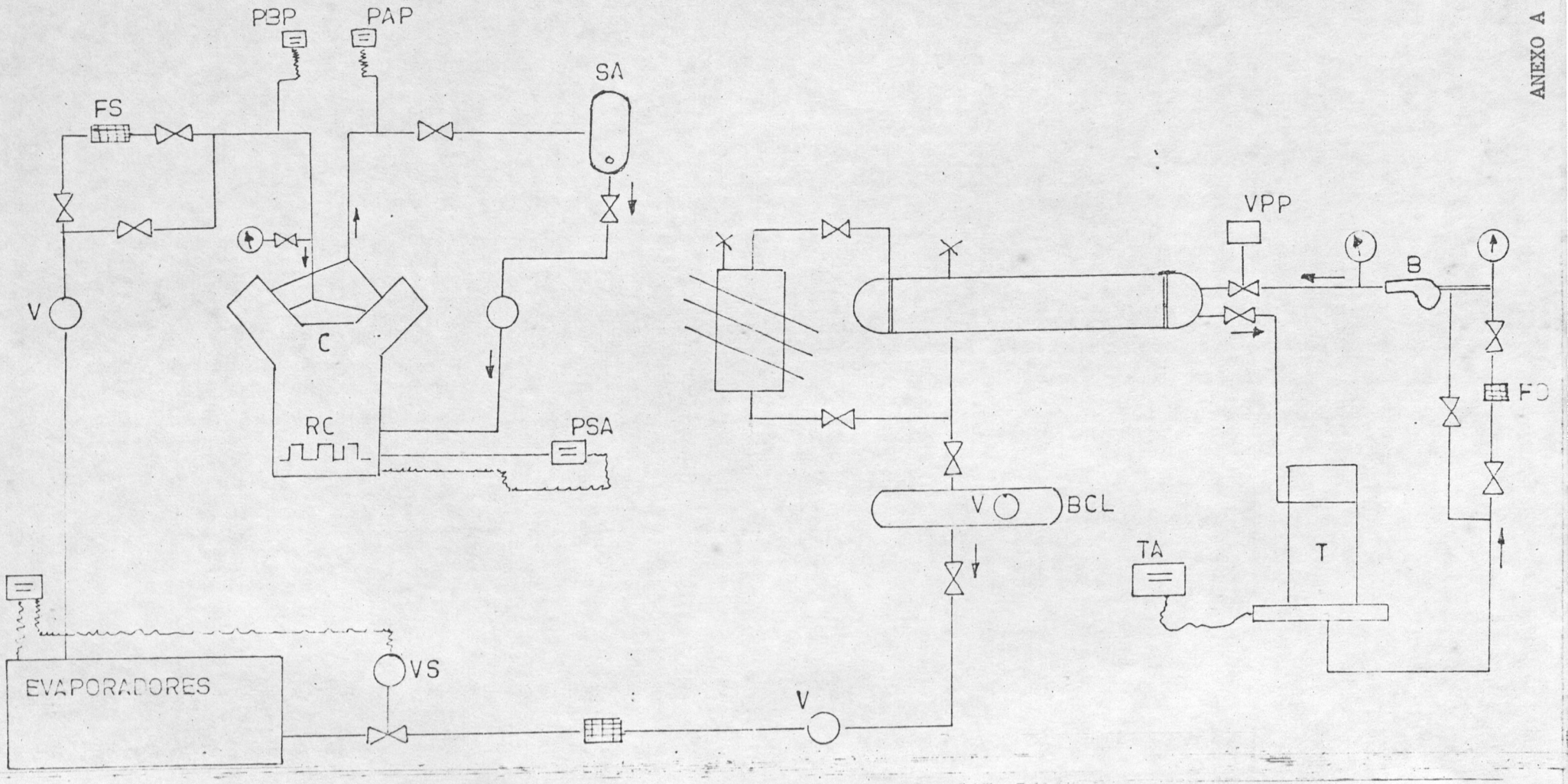
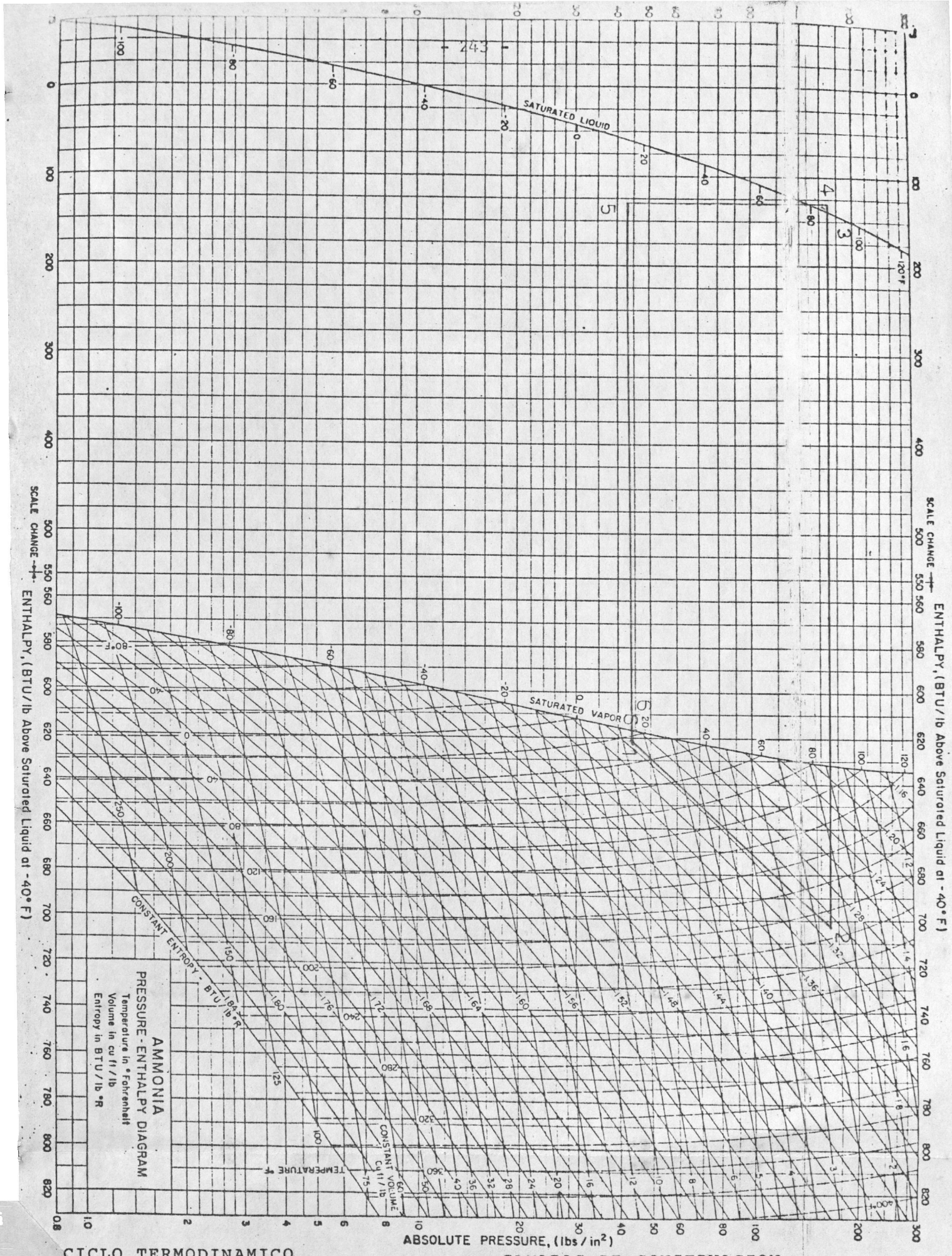


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA PLANTA FRIGORIFICA CON SUS DISPOSITIVOS DE CONTROL AUTOMATICO Y ACCESORIOS



ANEXO A 6

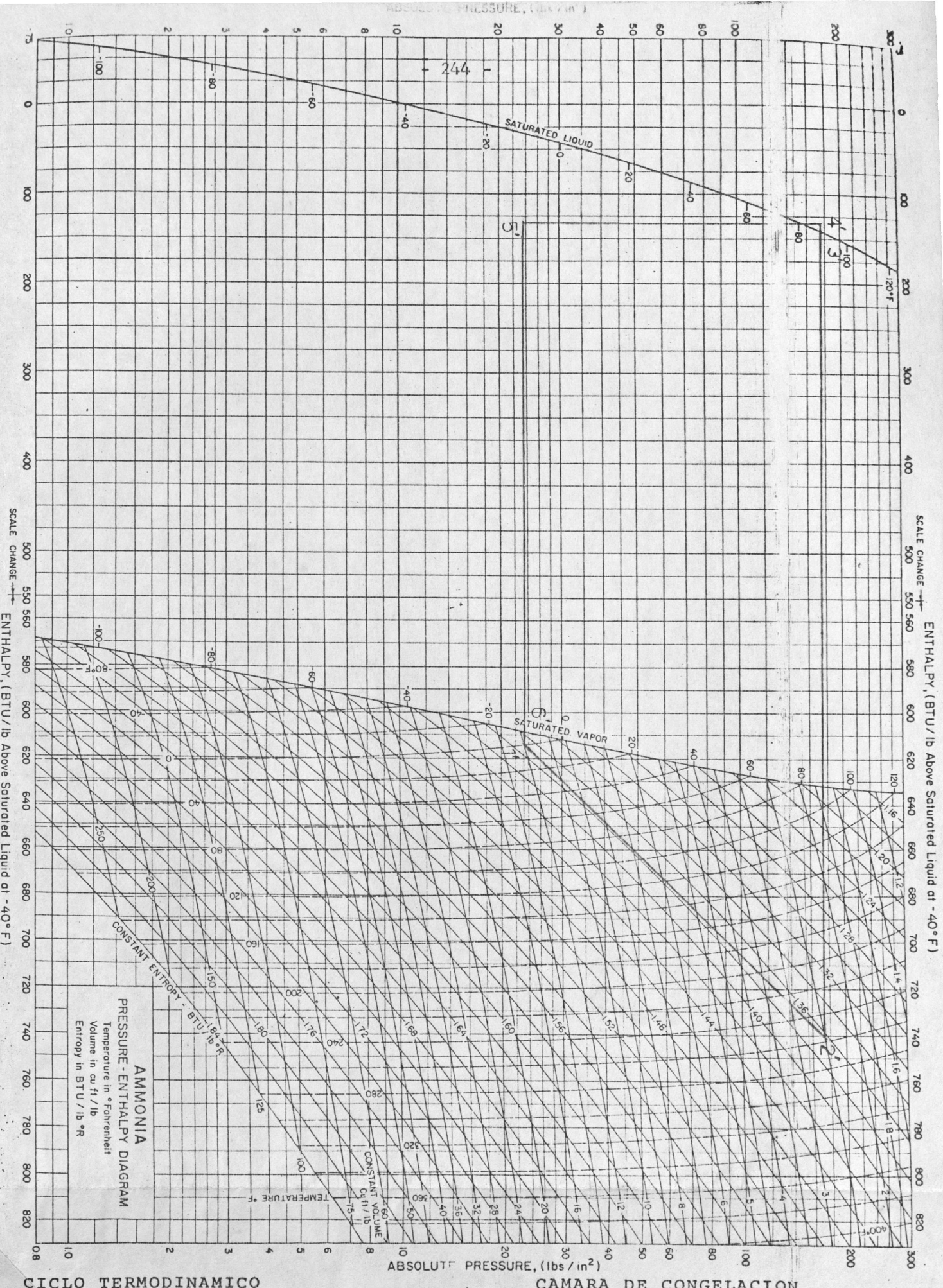
anexo A 6



CICLO TERMODINAMICO

ANEXO A7

CAMARAS DE CONSERVACION



CICLO TERMODINAMICO

ANEXO A7'

CAMARA DE CONGELACION

COMPORTAMIENTO COMPARATIVO DE LOS REGRIGERANTES POR TONELADA

Basada en evaporación a 5 F y condensacion a 86 F.

REFRIGERANTE	Presion en el evaporador psig	Presion de condensacion psig	Relacion de compresion.	Efecto refrigerante neto Btu/lb.	Refrigerante circulado lb./min.	Liquido circulado Pulg3 min.	Volumen especif. del gas en la succion pie3/lb	desplazamiento del compresor pie3/min.	Potencia Hp	Coeficiente de comportamiento	Temperatura de descarga del compresor F
170 Etano	221.3	661.1	2.86	58.6	3.41	342.9	0.53	1.82	1.953	2.41	122
744 A Oxido Nitroso	294.3	922.3	3.03	85.2	2.35	71.2	0.28	0.66	1.310	3.60	
744 Dioxigo de Carbono	317.5	1031.0	3.15	55.5	3.62	167.1	0.27	0.96	1.840	2.56	151
13B1 Bromotrifluorometano	63.2.	247.1	3.36	29.3.	6.86	123.8	0.38	2.63	1.030	4.25	124
1270 Propileno	37.0	167.0	3.51	173.0	1.1	61.5	2.61	3.03	1.046	4.51	108
290 Propano	27.2	140.5	3.70	121.0	1.65	94.0	2.48	4.09	1.030	4.58	97
502 22/1/15 Azeotrópico	36.0	175.1	3.75	45.7	4.38	99.4	0.82	3.61	1.079	4.37	99
22 Clorodifluorometano	28.2	158.2	4.03	70.0	2.86	67.4	1.24	3.55	1.011	4.66	128
115 Cloropentafluoroetano	24.0	135.8	3.89	29.1	6.88	151	0.77	5.30	1.17	4.02	86
717 Amoniaco	19.6	154.5	4.94	474.4	0.422	19.6	8.15	3.44	0.989	4.76	210
500 12/152a Azeotrópico	16.4	112.9	4.22	60.6	3.30	80.3	1.50	4.95	1.01	4.65	105
12 Diclorodifluorometano	11.8	93.3	4.08	50.0	4.0	85.6	1.46	5.83	1.002	4.70	101
40 Cloruro de Metilo	6.5	80.0	4.48	150.2	1.33	40.9	4.47	5.95	0.962	4.90	172
600a Isobutano	-3.3	44.8	4.54	111.5	1.79	91.0	6.41	11.50	1.083	4.36	80
764 Dioxido de azufre	-5.9	51.8	5.63	141.4	1.41	26.6	6.42	9.09	0.968	4.87	191
630 Metilamina	9.9	46.8	6.13	304.0	0.66	28.2	15.54	10.23	0.978	4.81	
600 Butano	13.2	26.9	5.07	128.6	1.56	75.9	9.98	15.52	0.953	4.95	88
114 Diclorotetrafluoroetano	16.1	22.0	5.42	43.1	4.64	89.2	4.34	20.14	1.049	4.49	86
21 Diclorofluorometano	19.2	16.5	5.96	89.4	2.24	45.7	9.13	20.43	0.941	5.01	142
160 Cloruro de Etilo	20.5	12.4	5.83	142.3	1.45	45.8	17.06	24.82	0.906	5.21	106
631 Etilamina	23.1	10.0	7.40	225.5	0.89	349.0	32.32	38.67	0.855	5.52	
11 Triclorofluorometano	23.9	3.5	6.19	66.8	2.99	56.6	12.21	36.54	0.938	5.03	111
611 Formaldehido de Metilo	26.3	1.6	7.74	189.2	1.06	29.9	48.25	51.00			
610 Eter Etilico	26.9	4.9	8.20	126.3	1.58	62.9	35.00	55.40	0.822	5.74	
30 Cloruro de Metileno	27.6	9.5	8.60	134.6	1.49	30.9	49.90	74.30	0.963	4.90	205
113 Triclorotrifluoroetano	27.9	13.9	8.02	53.7	3.73	66.5	27.38	102.03	0.973	4.84	86
1130 Dicloroetileno	28.3	15.8	8.42	114.3	1.75	38.3	63.60	111.20	0.973	4.83	
1120 Tricloroetileno	29.6	26.2	11.65	91.7	2.18	41.6	220.40	502.00	0.980	4.82	

Pulgadas de Mercurio de vacio

Succion de vapor saturado, excepto para los refrigerantes 113. 114 y 115. En estos casos, se asume succion de - sobrecalentado suficiente para dar descarga de vapor saturado.-

T A B L A 2.

TABLA CORTA DE LAS PROPIEDADES DEL AGUA LIQUIDA

Temp. °F	C_p Btu/lbm °R			K. Btu/hr pie °F			,lbm/hr-pie			,lbm/pie		
	Liquido Sat.	1000 psia	2000 psia	Liquido Sat.	1000 psia	2000 psia	Liquido Sat.	1000 psia	2000 psia	Liquido Sat.	1000 psia	2000 psia
32	1,0083	1,0032	1,0004	0,3185	0,3198	0,3211	4,340	4,309	4,279	62,42	62,64	63,85
60	0,9990	0,9968	0,9939	0,3397	0,3414	0,3433	2,722	2,922	2,714	62,34	62,54	62,76
100	0,9976	0,9932	0,9912	0,3641	0,3669	0,3680	1,650	1,654	1,658	62,00	62,19	82,37
200	1,0047	1,0008	0,9950	0,3935	0,3957	0,3980	0,738	0,748	0,767	60,13	60,31	50,51
300	1,0389	1,0232	1,0165	0,3952	0,3981	0,413	0,452	0,460	0,468	57,31	57,54	57,77
500	1,1861	1,176	1,154	0,3494	0,3510	0,3562	0,256	0,257	0,260	49,02	49,10	49,62

T A B L A N° 3

REFRIGERANTE 717
AMONIACO

Fórmula química	NH_3
Peso molecular	17.03
Temperatura de ebullición a presión atmosférica, °F	-28.0
Temperatura de congelamiento a presión atmosférica, °F	-108.0
Temperatura crítica, °F	271.4
Presión crítica, lb/pulg.^{2}	1.657
Densidad crítica lb/pie^3	14.6
Densidad de liquido a 86°F, lb/pie^3	37.16
Volumen específico de valpor saturado a 5°F, pie^3/lb	8.150
Calor especifico de liquido a 86°F Btu/lb °F	1.143
Relacion de calores especificos C_p/C_v de vapor.	
A 86°F y 1 atmósfera de presión	1.29
Conductividad termal (Btu) (pie)/(pie^2) (h) (°F):	
Líquido saturado a 32 °F	0.29
Líquido saturado a 86 °F	0.29 (promedio)
Vapor a 1 atmósfera de presión y 32°F	0.012
Vapor a 1 atemósfera de presión y 86°F	0.014
Viscosidad, centipoises:	
Líquido saturado a 5°F	0.250
Líquido saturado a 86°F	0.207
Vapor a 1 atmósfera de presión y 5°F	0.008
Vapor a 1 atmósfera de presión y 86°F	0.010
Esfuerzo dieléctrico relativo del vapor a 84°F.	
Y 1 atmósfera de presion (Nitrogeno = 1)	0.82
Color	Claro y agua blanca
Olor y Detección	Olor irritante, rapidamente detectable por olor. Para localizar escapes de gas se usa sulfuro
Límites de flamabilidad (porcentaje por volumen)	16 a 25
Toxicidad, Clasificacion de laboratorios	Grupo 2

REFERENCIA: ASHRAE, Thermodynamics Properties of refrigerants.

TABLA Nº 3 REFRIGERANTE 717

PROPIEDADES DE LIQUIDO Y VAPOR SATURADO+

TEMP F	PRESSURE lb per sq in		VOLUME cu ft per lb		DENSITY lb per cu ft		ENTHALPY ** Btu per lb			ENTROPY ** Btu per (lb) (°R)		TEMP F
t	Absolute P	Gage p	Liquid v_f	Vapor v_g	Liquid $1/v_f$	Vapor $1/v_g$	Liquid h_f	Latent h_{fg}	Vapor h_g	Liquid s_f	Vapor s_g	t
-107.86	0.878	28.1*	0.02182	251.3	45.83	0.00398	-71.6	640.6	569.0	-0.1859	1.6354	-107.86
-107	0.912	28.1*	.02183	242.4	45.79	.00413	-70.6	640.0	569.4	- .1833	1.6320	-107
-106	0.954	28.0*	.02185	232.6	45.75	.00430	-69.6	639.4	569.8	- .1803	1.6281	-106
-105	0.996	27.9*	0.02187	223.2	45.71	0.00448	-68.5	638.8	570.3	-0.1774	1.6243	-105
-104	1.041	27.8*	.02189	214.2	45.67	.00467	-67.5	638.2	570.7	- .1744	1.6205	-104
-103	1.087	27.7*	.02191	205.7	45.63	.00486	-66.4	637.6	571.2	- .1714	1.6167	-103
-102	1.135	27.6*	.02193	197.6	45.59	.00506	-65.4	637.0	571.6	- .1685	1.6129	-102
-101	1.184	27.5*	.02195	189.8	45.55	.00527	-64.3	636.4	572.1	- .1655	1.6092	-101
-100	1.24	27.4*	0.02197	182.4	45.52	0.00548	-63.3	635.8	572.5	-0.1626	1.6055	-100
- 99	1.29	27.3*	.02199	175.3	45.47	.00571	-62.2	635.2	572.9	- .1597	1.6018	- 99
- 98	1.34	27.2*	.02201	168.5	45.43	.00593	-61.2	634.6	573.4	- .1568	1.5982	- 98
- 97	1.40	27.1*	.02203	162.1	45.40	.00617	-60.1	633.9	573.8	- .1539	1.5945	- 97
- 96	1.46	26.9*	.02205	155.9	45.36	.00641	-59.1	633.3	574.3	- .1510	1.5910	- 96
- 95	1.52	26.8*	0.02207	150.0	45.32	0.00667	-58.0	632.7	574.7	-0.1481	1.5874	- 95
- 94	1.59	26.7*	.02209	144.3	45.28	.00693	-57.0	632.1	575.1	- .1452	1.5838	- 94
- 93	1.65	26.6*	.02211	138.9	45.24	.00720	-55.9	631.5	575.6	- .1423	1.5803	- 93
- 92	1.72	26.4*	.02212	133.8	45.20	.00747	-54.9	630.9	576.0	- .1395	1.5768	- 92
- 91	1.79	26.3*	.02214	128.9	45.16	.00776	-53.8	630.3	576.5	- .1366	1.5734	- 91
- 90	1.86	26.1*	0.02216	124.1	45.12	0.00806	-52.8	629.7	576.9	-0.1338	1.5699	- 90
- 89	1.94	26.0*	.02218	119.6	45.08	.00836	-51.7	629.0	577.3	- .1309	1.5665	- 89
- 88	2.02	25.8*	.02220	115.3	45.04	.00868	-50.7	628.4	577.8	- .1281	1.5631	- 88
- 87	2.10	25.6*	.02222	111.1	45.00	.00900	-49.6	627.8	578.2	- .1253	1.5597	- 87
- 86	2.18	25.5*	.02224	107.1	44.96	.00933	-48.6	627.2	578.6	- .1225	1.5564	- 86
- 85	2.27	25.3*	0.02226	103.3	44.92	0.00968	-47.5	626.6	579.1	-0.1197	1.5531	- 85
- 84	2.35	25.1*	.02228	99.68	44.88	.01003	-46.5	625.9	579.5	- .1169	1.5498	- 84
- 83	2.45	24.9*	.02230	96.17	44.84	.01040	-45.4	625.3	579.9	- .1141	1.5465	- 83
- 82	2.54	24.7*	.02232	92.81	44.80	.01077	-44.4	624.7	580.4	- .1113	1.5432	- 82
- 81	2.64	24.5*	.02234	89.59	44.76	.01116	-43.3	624.1	580.8	- .1085	1.5400	- 81
- 80	2.74	24.3*	0.02236	86.50	44.72	0.01156	-42.2	623.5	581.2	-0.1057	1.5368	- 80
- 79	2.84	24.1*	.02238	83.54	44.68	.01197	-41.2	622.8	581.6	- .1030	1.5336	- 79
- 78	2.95	23.9*	.02240	80.69	44.64	.01239	-40.1	622.2	582.1	- .1002	1.5304	- 78
- 77	3.06	23.7*	.02242	77.96	44.60	.01283	-39.1	621.6	582.5	- .0975	1.5273	- 77
- 76	3.18	23.5*	.02244	75.33	44.56	.01327	-38.0	621.0	582.9	- .0947	1.5242	- 76
- 75	3.29	23.2*	0.02246	72.81	44.52	0.01373	-37.0	620.3	583.3	-0.0920	1.5211	- 75
- 74	3.42	23.0*	.02248	70.39	44.48	.01421	-35.9	619.7	583.8	- .0892	1.5180	- 74
- 73	3.54	22.7*	.02250	68.06	44.44	.01469	-34.9	619.1	584.2	- .0865	1.5149	- 73
- 72	3.67	22.4*	.02252	65.82	44.40	.01519	-33.8	618.4	584.6	- .0838	1.5119	- 72
- 71	3.80	22.2*	.02254	63.67	44.36	.01571	-32.8	617.8	585.0	- .0811	1.5089	- 71
- 70	3.94	21.9*	0.02256	61.60	44.32	0.01623	-31.7	617.2	585.5	-0.0784	1.5059	- 70
- 69	4.08	21.6*	.02258	59.61	44.28	.01678	-30.7	616.6	585.9	- .0757	1.5029	- 69
- 68	4.23	21.3*	.02261	57.69	44.24	.01733	-29.6	615.9	586.3	- .0730	1.4999	- 68
- 67	4.38	21.0*	.02263	55.85	44.19	.01791	-28.6	615.3	586.7	- .0703	1.4970	- 67
- 66	4.53	20.7*	.02265	54.08	44.15	.01849	-27.5	614.6	587.1	- .0676	1.4940	- 66
- 65	4.69	20.4*	0.02267	52.37	44.11	0.01910	-26.5	614.0	587.5	-0.0650	1.4911	- 65
- 64	4.85	20.0*	.02269	50.73	44.07	.01971	-25.4	613.4	588.0	- .0623	1.4883	- 64
- 63	5.02	19.7*	.02272	49.14	44.03	.02035	-24.4	612.7	588.4	- .0596	1.4854	- 63
- 62	5.19	19.4*	.02274	47.62	43.99	.02100	-23.3	612.1	588.8	- .0570	1.4826	- 62
- 61	5.37	19.0*	.02276	46.15	43.95	.02167	-22.2	611.4	589.2	- .0543	1.4797	- 61
- 60	5.55	18.6*	0.02278	44.73	43.91	0.02235	-21.2	610.8	589.6	-0.0517	1.4769	- 60
- 59	5.74	18.2*	.02280	43.37	43.87	.02306	-20.1	610.1	590.0	- .0490	1.4741	- 59
- 58	5.93	17.8*	.02282	42.05	43.83	.02378	-19.1	609.5	590.4	- .0464	1.4713	- 58
- 57	6.13	17.4*	.02284	40.79	43.78	.02452	-18.0	608.8	590.8	- .0438	1.4686	- 57
- 56	6.33	17.0*	.02286	39.56	43.74	.02528	-17.0	608.2	591.2	- .0412	1.4658	- 56
- 55	6.54	16.6*	0.02288	38.38	43.70	0.02605	-15.9	607.5	591.6	-0.0386	1.4631	- 55
- 54	6.75	16.2*	.02290	37.24	43.66	.02685	-14.8	606.9	592.1	- .0360	1.4604	- 54
- 53	6.97	15.7*	.02293	36.15	43.61	.02766	-13.8	606.2	592.4	- .0334	1.4577	- 53
- 52	7.20	15.3*	.02295	35.09	43.57	.02850	-12.7	605.6	592.9	- .0307	1.4551	- 52
- 51	7.43	14.8*	.02297	34.06	43.53	.02936	-11.7	604.9	593.2	- .0281	1.4524	- 51
- 50	7.67	14.3*	0.02299	33.08	43.49	0.03023	-10.6	604.3	593.7	-0.0256	1.4497	- 50
- 49	7.91	13.8*	.02301	32.12	43.45	.03113	- 9.6	603.6	594.0	- .0230	1.4471	- 49
- 48	8.16	13.3*	.02304	31.20	43.40	.03205	- 8.5	602.9	594.4	- .0204	1.4445	- 48
- 47	8.42	12.8*	.02306	30.31	43.36	.03299	- 7.4	602.3	594.9	- .0179	1.4419	- 47
- 46	8.68	12.2*	.02308	29.45	43.32	0.03395	- 6.4	601.6	595.2	-0.0153	1.4393	- 46

PROPIEDADES DE LIQUIDO Y VAPOR SATURADO

TEMP F	PRESSURE lb per sq in		VOLUME cu ft per lb		DENSITY lb per cu ft		ENTHALPY ** Btu per lb			ENTROPY ** Btu per (lb) (^{o}R)		TEMP F
t	Absolute P	Gage p	Liquid v_f	Vapor v_g	Liquid $1/v_f$	Vapor $1/v_g$	Liquid h_f	Latent h_{fg}	Vapor h_g	Liquid s_f	Vapor s_g	t
-45	8.95	11.7*	0.02310	28.62	43.28	0.03494	- 5.3	600.9	595.6	-0.01 7	1.4368	-45
-44	9.23	11.1*	.02313	27.82	43.24	.03595	- 4.3	600.3	596.0	- .01 2	1.4342	-44
-43	9.51	10.6*	.02315	27.04	43.20	.03698	- 3.2	599.6	596.4	- .00 6	1.4317	-43
-42	9.81	10.0*	.02317	26.29	43.16	.03804	- 2.1	598.9	596.8	- .00 1	1.4292	-42
-41	10.10	9.3*	.02320	25.56	43.11	.03912	- 1.1	598.3	597.2	- .00 5	1.4267	-41
-40	10.41	8.7*	0.02322	24.86	43.07	0.04022	0.0	597.6	597.6	0.00 0	1.4242	-40
-39	10.72	8.1*	.02324	24.18	43.03	.04135	1.1	596.9	598.0	.00 5	1.4217	-39
-38	11.04	7.4*	.02326	23.53	42.99	.04251	2.1	596.2	598.3	.00 1	1.4193	-38
-37	11.37	6.8*	.02328	22.89	42.95	.04369	3.2	595.5	598.7	.00 3	1.4169	-37
-36	11.71	6.1*	.02331	22.27	42.90	.04489	4.3	594.8	599.1	.00 8	1.4144	-36
-35	12.05	5.4*	0.02333	21.68	42.86	0.04613	5.3	594.2	599.5	0.01 3	1.4120	-35
-34	12.41	4.7*	.02335	21.10	42.82	.04739	6.4	593.5	599.9	.01 8	1.4096	-34
-33	12.77	3.9*	.02338	20.54	42.77	.04868	7.4	592.8	600.2	.02 3	1.4072	-33
-32	13.14	3.2*	.02340	20.00	42.73	.04999	8.5	592.1	600.6	.02 8	1.4048	-32
-31	13.52	2.4*	.02343	19.48	42.69	.05134	9.6	591.4	601.0	.03 3	1.4025	-31
-30	13.90	1.6*	0.02345	18.97	42.65	0.05271	10.7	590.7	601.4	0.03 9	1.4001	-30
-29	14.30	0.8*	.02347	18.48	42.61	.05411	11.7	590.0	601.7	.04 5	1.3978	-29
-28	14.71	0.0	.02350	18.00	42.56	.05555	12.8	589.3	602.1	.04 9	1.3955	-28
-27	15.12	0.4	.02352	17.54	42.52	.05701	13.9	588.6	602.5	.05 5	1.3932	-27
-26	15.55	0.8	.02355	17.09	42.48	.05850	14.9	587.9	602.8	.06 0	1.3909	-26
-25	15.98	1.3	0.02357	16.66	42.44	0.06003	16.0	587.2	603.2	0.06 4	1.3886	-25
-24	16.42	1.7	.02360	16.24	42.39	.06158	17.1	586.5	603.6	.06 9	1.3863	-24
-23	16.88	2.2	.02362	15.83	42.35	.06317	18.1	585.8	603.9	.07 3	1.3840	-23
-22	17.34	2.6	.02364	15.43	42.31	.06479	19.2	585.1	604.3	.07 8	1.3818	-22
-21	17.81	3.1	.02367	15.05	42.26	.06644	20.3	584.3	604.6	.08 2	1.3796	-21
-20	18.30	3.6	0.02369	14.68	42.22	0.06813	21.4	583.6	605.0	0.08 7	1.3774	-20
-19	18.79	4.1	.02371	14.32	42.18	.06985	22.4	582.9	605.3	.09 1	1.3752	-19
-18	19.30	4.6	.02374	13.97	42.13	.07161	23.5	582.2	605.7	.09 5	1.3729	-18
-17	19.81	5.1	.02376	13.62	42.09	.07340	24.6	581.5	606.1	.0970	1.3708	-17
-16	20.34	5.6	.02378	13.29	42.05	.07522	25.6	580.8	606.4	.0994	1.3686	-16
-15	20.88	6.2	0.02381	12.97	42.00	0.07709	26.7	580.0	606.7	0.0618	1.3664	-15
-14	21.43	6.7	.02383	12.66	41.96	.07898	27.8	579.3	607.1	.0642	1.3643	-14
-13	21.99	7.3	.02386	12.36	41.91	.08092	28.9	578.6	607.5	.0666	1.3621	-13
-12	22.56	7.9	.02388	12.06	41.87	.08289	30.0	577.8	607.8	.0690	1.3600	-12
-11	23.15	8.5	.02391	11.78	41.82	.08490	31.0	577.1	608.1	.0714	1.3579	-11
-10	23.74	9.0	0.02393	11.50	41.78	0.08695	32.1	576.4	608.5	0.0738	1.3558	-10
- 9	24.35	9.7	.02395	11.23	41.74	.08904	33.2	575.6	608.8	.0762	1.3537	- 9
- 8	24.97	10.3	.02398	10.97	41.69	.09117	34.3	574.9	609.2	.0786	1.3516	- 8
- 7	25.61	10.9	.02401	10.71	41.65	.09334	35.4	574.1	609.5	.0809	1.3495	- 7
- 6	26.26	11.6	.02403	10.47	41.60	.09555	36.4	573.4	609.8	.0833	1.3474	- 6
- 5	26.92	12.2	0.02406	10.23	41.56	0.09780	37.5	572.6	610.1	0.0857	1.3454	- 5
- 4	27.59	12.9	.02408	9.991	41.52	.1001	38.6	571.9	610.5	.0880	1.3433	- 4
- 3	28.28	13.6	.02411	9.763	41.47	.1024	39.7	571.1	610.8	.0904	1.3413	- 3
- 2	28.98	14.3	.02414	9.541	41.43	.1048	40.7	570.4	611.1	.0928	1.3393	- 2
- 1	29.69	15.0	.02416	9.326	41.38	.1072	41.8	569.6	611.4	.0951	1.3372	- 1
0	30.42	15.7	0.02419	9.116	41.34	0.1097	42.9	568.9	611.8	0.0975	1.3352	0
1	31.16	16.5	.02422	8.912	41.29	.1122	44.0	568.1	612.1	.0998	1.3332	1
2	31.92	17.2	.02424	8.714	41.25	.1148	45.1	567.3	612.4	.1022	1.3312	2
3	32.69	18.0	.02427	8.521	41.20	.1174	46.2	566.5	612.7	.1045	1.3292	3
4	33.47	18.8	.02429	8.333	41.16	.1200	47.2	565.8	613.0	.1069	1.3273	4
5	34.27	19.6	0.02432	8.150	41.11	0.1227	48.3	565.0	613.3	0.1092	1.3253	5
6	35.09	20.4	.02435	7.971	41.07	.1254	49.4	564.2	613.6	.1115	1.3234	6
7	35.92	21.2	.02438	7.798	41.02	.1282	50.5	563.4	613.9	.1138	1.3214	7
8	36.77	22.1	.02440	7.629	40.98	.1311	51.6	562.7	614.3	.1162	1.3195	8
9	37.63	22.9	.02443	7.464	40.93	.1340	52.7	561.9	614.6	.1185	1.3176	9
10	38.51	23.8	0.02446	7.304	40.89	0.1369	53.8	561.1	614.9	0.1208	1.3157	10
11	39.40	24.7	.02449	7.148	40.84	.1399	54.9	560.3	615.2	.1231	1.3137	11
12	40.31	25.6	.02451	6.996	40.80	.1429	56.0	559.5	615.5	.1254	1.3118	12
13	41.24	26.5	.02454	6.847	40.75	.1460	57.1	558.7	615.8	.1277	1.3099	13
14	42.18	27.5	.02457	6.703	40.71	.1492	58.2	557.9	616.1	.1300	1.3081	14
15	43.14	28.4	0.02460	6.562	40.66	0.1524	59.2	557.1	616.3	0.1323	1.3062	15
16	44.12	29.4	.02463	6.425	40.62	.1556	60.3	556.3	616.6	.1346	1.3043	16
17	45.12	30.4	.02466	6.291	40.57	.1590	61.4	555.5	616.9	.1369	1.3025	17
18	46.13	31.4	.02468	6.161	40.52	.1623	62.5	554.7	617.2	.1392	1.3006	18
19	47.16	32.5	.02471	6.034	40.48	0.1657	63.6	553.9	617.5	0.1415	1.2988	19

* Inches of mercury below one standard atmosphere.

TABLA N° 3

REFRIGERANTE 717

PROPIEDADES DE VAPOR SOBRE CALENTADO

Temp F	Abs Pressure 140.0 psi Gage Pressure 125.3 psi (Sat'n Temp 74.79 F)			Abs Pressure 145.0 psi Gage Pressure 130.3 psi (Sat'n Temp 76.83 F)			Abs Pressure 150.0 psi Gage Pressure 135.3 psi (Sat'n Temp 78.81 F)			Abs Pressure 160.0 psi Gage Pressure 145.3 psi (Sat'n Temp 82.64 F)		
t	v	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s
(Sat'n)	(2.132)	(629.9)	(1.2068)	(2.061)	(630.2)	(1.2038)	(1.994)	(630.5)	(1.2009)	(1.872)	(631.1)	(1.1952)
80	2.166	633.8	1.2140	2.080	632.6	1.2082	2.001	631.4	1.2025	....	....	....
90	2.228	640.9	.2272	2.141	639.9	.2216	2.061	638.8	.2161	1.914	636.6	1.2055
100	2.288	647.8	1.2396	2.200	646.9	1.2342	2.118	645.9	1.2289	1.969	643.9	1.2186
110	2.347	654.5	.2515	2.257	653.6	.2462	2.174	652.8	.2410	2.023	651.0	.2311
120	2.404	661.1	.2628	2.313	660.2	.2577	2.228	659.4	.2526	2.075	657.8	.2429
130	2.460	667.4	.2738	2.368	666.7	.2687	2.281	665.9	.2638	2.125	664.4	.2542
140	2.515	673.7	.2843	2.421	673.0	.2793	2.334	672.3	.2745	2.175	670.9	.2652
150	2.569	679.9	1.2945	2.474	679.2	1.2896	2.385	678.6	1.2849	2.224	677.2	1.2757
160	2.622	686.0	.3045	2.526	685.4	.2996	2.435	684.8	.2949	2.272	683.5	.2859
170	2.675	692.0	.3141	2.577	691.4	.3093	2.485	690.9	.3047	2.319	689.7	.2958
180	2.727	698.0	.3236	2.627	697.5	.3188	2.534	696.9	.3142	2.365	695.8	.3054
190	2.779	704.0	.3328	2.677	703.4	.3281	2.583	702.9	.3236	2.411	701.9	.3148
200	2.830	709.9	1.3418	2.727	709.4	1.3372	2.631	708.9	1.3327	2.457	707.9	1.3240
210	2.880	715.8	.3507	2.776	715.3	.3461	2.679	714.8	.3416	2.502	713.9	.3331
220	2.931	721.6	.3594	2.825	721.2	.3548	2.726	720.7	.3504	2.547	719.9	.3419
230	2.981	727.5	.3679	2.873	727.1	.3634	2.773	726.6	.3590	2.591	725.8	.3506
240	3.030	733.3	.3763	2.921	732.9	.3718	2.820	732.5	.3675	2.635	731.7	.3591
250	3.080	739.2	1.3846	2.969	738.8	1.3801	2.866	738.4	1.3758	2.679	737.6	1.3675
260	3.129	745.0	.3928	3.017	744.6	.3883	2.912	744.3	.3840	2.723	743.5	.3757
270	3.179	750.8	.4008	3.064	750.5	.3964	2.958	750.1	.3921	2.766	749.4	.3838
280	3.227	756.7	.4088	3.111	756.3	.4043	3.004	756.0	.4001	2.809	755.3	.3919
290	3.275	762.5	.4166	3.158	762.2	.4122	3.049	761.8	.4079	2.852	761.2	.3998
300	3.323	768.3	1.4243	3.205	768.0	1.4199	3.095	767.7	1.4157	2.895	767.1	1.4076
320	3.420	780.0	1.4395	3.298	779.7	1.4352	3.185	779.4	.4310	2.980	778.9	.4229
340	....	....	....	....	....	.....	3.274	791.2	1.4459	3.064	790.7	1.4379

Temp F	Abs Pressure 170.0 psi Gage Pressure 155.3 psi (Sat'n Temp 86.29 F)			Abs Pressure 180.0 psi Gage Pressure 165.3 psi (Sat'n Temp 89.78 F)			Abs Pressure 190.0 psi Gage Pressure 175.3 psi (Sat'n Temp 93.13 F)			Abs Pressure 200.0 psi Gage Pressure 185.3 psi (Sat'n Temp 96.34 F)		
(Sat'n)	(1.764)	(631.6)	(1.1900)	(1.667)	(632.0)	(1.1850)	(1.581)	(632.4)	(1.1802)	(1.502)	(632.7)	(1.1756)
90	1.784	634.4	1.1952	1.668	632.2	1.1853	....	....	....	....	....	....
100	1.837	641.9	1.2087	1.720	639.9	1.1992	1.615	637.8	1.1899	1.520	635.6	1.1809
110	1.889	649.1	.2215	1.770	647.3	.2123	1.663	645.4	.2034	1.567	643.4	.1947
120	1.939	656.1	.2336	1.818	654.4	.2247	1.710	652.6	.2160	1.612	650.9	.2077
130	1.988	662.8	.2452	1.865	661.3	.2364	1.755	659.7	.2281	1.656	658.1	.2200
140	2.035	669.4	.2563	1.910	668.0	.2477	1.799	666.5	.2396	1.698	665.0	.2317
150	2.081	675.9	1.2669	1.955	674.6	1.2586	1.842	673.2	1.2506	1.740	671.8	1.2429
160	2.127	682.3	.2773	1.999	681.0	.2691	1.884	679.7	.2612	1.780	678.4	.2537
170	2.172	688.5	.2873	2.042	687.3	.2792	1.925	686.1	.2715	1.820	684.9	.2641
180	2.216	694.7	.2971	2.084	693.6	.2891	1.966	692.5	.2815	1.859	691.3	.2742
190	2.260	700.8	.3066	2.126	699.8	.2987	2.005	698.7	.2912	1.897	697.7	.2840
200	2.303	706.9	1.3159	2.167	705.9	1.3081	2.045	704.9	1.3007	1.935	703.9	1.2935
210	2.346	713.0	.3249	2.208	712.0	.3172	2.084	711.1	.3099	1.972	710.1	.3029
220	2.389	719.0	.3338	2.248	718.1	.3262	2.123	717.2	.3189	2.009	716.3	.3120
230	2.431	724.9	.3426	2.288	724.1	.3350	2.161	723.2	.3278	2.046	722.4	.3209
240	2.473	730.9	.3512	2.328	730.1	.3436	2.199	729.3	.3365	2.082	728.4	.3296
250	2.514	736.8	1.3596	2.367	736.1	1.3521	2.236	735.3	1.3450	2.118	734.5	1.3382
260	2.555	742.8	.3679	2.407	742.0	.3605	2.274	741.3	.3534	2.154	740.5	.3467
270	2.596	748.7	.3761	2.446	748.0	.3687	2.311	747.3	.3617	2.189	746.5	.3550
280	2.637	754.6	.3841	2.484	753.9	.3768	2.348	753.2	.3698	2.225	752.5	.3631
290	2.678	760.5	.3921	2.523	759.9	.3847	2.384	759.2	.3778	2.260	758.5	.3712
300	2.718	766.4	1.3999	2.561	765.8	1.3926	2.421	765.2	1.3857	2.295	764.5	1.3791
320	2.798	778.3	.4153	2.637	777.7	.4081	2.493	777.1	.4012	2.364	776.5	.3947
340	2.878	790.1	1.4303	2.713	789.6	1.4231	2.565	789.0	1.4163	2.432	788.5	.4099
360	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2.500	800.5	.4247
380	....	....	....	....	....	....	....	....	....	2.568	812.5	1.4392

TABLA Nº 4

Presión de condensación y correspondiente temperatura en °F		REFRIGERANTE 717 AMONIACO VILTER BASADO EN 1000 RPM COMPRESOR MODELO											
	SUCCION	442		444		446		448		4412		4416	
	Temp °F / Pres psig.	TONS	BHP	TONS	BHP	TONS	BHP	TONS	BHP	TONS	HP	TONS	BHP
	-25 1.3	5.4	11.1	10.9	24.1	16.3	31.8	21.8	42.2	32.7	2.1	43.6	82.0
	-20 3.6	6.8	12.2	13.6	25.9	20.4	34.2	27.2	45.4	40.8	6.7	54.5	88.2
	-15 6.2	8.3	13.1	16.7	27.8	25.0	36.7	33.4	48.8	50.1	1.9	66.9	95.0
	-10 9.0	10.0	14.0	20.1	29.8	30.1	39.2	40.2	52.2	60.3	5.7	80.4	101.3
	- 5 12.2	11.9	14.9	23.9	31.8	35.8	41.9	47.8	55.6	71.7	1.9	95.6	108.0
	0 15.7	14.0	15.8	28.0	33.7	42.0	44.5	56.0	59.1	84.0	7.0	112.0	115.0
	5 19.6	16.2	16.0	32.5	35.4	48.7	46.6	65.1	62.0	97.6	1.1	130.2	120.3
95#	10 23.8	18.8	17.1	37.6	36.4	56.4	48.0	75.3	63.9	113.0	6.0	150.7	124.1
61.1°	15 28.4	21.5	17.2	43.0	36.7	64.5	48.5	86.0	64.4	129.0	6.7	172.0	125.0
	20 33.5	24.4	16.7	48.8	35.5	73.2	46.9	97.7	62.4	146.5	1.7	195.4	121.0
	25 39.0	27.5	15.7	55.1	33.4	82.6	45.0	110.3	58.5	165.4	5.0	220.6	113.7
	30 45.0	31.0	14.3	62.0	30.4	93.0	40.1	124.0	53.4	186.0	3.5	248.0	104.0
	35 51.6	34.7	12.3	69.5	26.2	104.2	34.6	139.1	46.0	208.6	7.6	278.2	89.5
	-25 1.3	5.0	12.1	10.1	23.0	15.1	33.8	20.3	45.0	30.4	5.1	40.6	87.5
	-20 3.6	6.4	12.9	12.8	24.0	19.2	36.0	25.6	47.9	38.4	0,5	51.2	93.0
	-15 6.2	7.8	13.8	15.7	26.3	23.5	38.8	31.5	51.5	47.2	5.7	63.0	100.0
	-10 9.0	9.5	14.9	19.0	28.4	28.5	41.9	38.0	55.7	57.0	2.0	76.0	108,0
	- 5 12.2	11.3	16.1	22.6	30.6	33.9	45.0	45.2	59.9	67.8	3.0	90.4	116.2
115#	0 15.7	13.2	17.2	26.5	32.6	39.7	48.0	53.0	63.9	79.5	4.0	106.0	124.0
70.4°	5 19.6	15.5	18.1	31.0	34.4	46.5	50.5	62.0	67.3	93.0	9.0	124.0	130.8
	10 23.8	17.9	18.7	35.8	35.6	53.7	52.5	71.6	69.8	107.4	3.0	143.2	135.5
	15 28.4	20.4	19.2	40.9	36.3	61.3	53.5	81.9	71.2	122.8	4.8	163.8	138.1
	20 33.5	23.3	18.9	46.6	36.0	69.9	53.1	93.2	70.6	139.8	4.0	186.4	137.0
	25 39.0	26.3	18.3	52.7	34.7	79.0	51.2	105.4	68.0	158.1	0.0	210.8	132.0
	30 45.0	29.6	1/.4	59.3	33.1	88.9	48.8	118.6	64.9	177,9	3.5	237.2	126.0
	35 51.6	33.3	16.0	66.6	30.6	99.9	44.9	133.2	59.6	199.8	7.7	266.4	116.0
	-25 1.3	4.7	12.7	9.5	24.2	14.2	35.7	19.0	47.4	28.5	9.8	38.0	92.0
	-20 3.6	5.9	13.6	11.9	25.8	17.8	38.0	38.9	50.6	35.8	4.5	47.8	98.5
	-15 6.2	7.4	14.6	14.8	27.8	22.2	41.0	29.6	54.6	44.4	0.5	59.2	105.2
	-10 9.0	8.9	15.9	17.9	30.2	26.8	44.5	35.8	59.2	53.7	7.2	71.6	115.0
	- 5 12.2	10.7	17.2	21.4	32.6	32.1	48.1	42.8	64.0	64.2	4.0	85.6	124.4
135#	0 15.7	12.5	18.4	25.1	35.0	37.6	51.6	50.2	68.7	75.3	1.0	100.4	133.8
78.7°	5 19.6	14.9	19.6	29.8	37.2	44.7	54.8	59.7	72.9	89.5	6.4	119.4	141.8
	10 23.8	17.0	20.4	34.0	38.8	51.0	57.2	68.0	76.0	102,0	1.8	136.0	147.8
	15 28.4	19.5	20.9	39.0	39.8	58.5	58.6	78.0	78.0	117.0	4.7	156.0	151.5
	20 33.5	22.2	21.1	44.4	40.0	66.6	59.1	88.8	78.6	133.2	5.7	177,6	153.0
	25 39.0	25.1	20.8	50.3	39.6	74.5	58.5	100.7	77.7	151.0	4.2	201.4	151.0
	30 45.0	28.3	20.3	56.6	38.6	84.9	57.0	113.3	75.7	169.9	1.2	220.6	147.0
	35 51.6	31.8	19.7	63.6	37.3	95.4	55.1	127.3	73.3	190.9	7.8	254.6	142.5
	-25 1.3	4.4	14.1	8.8	26.7	13.2	39.4	17.7	52.4	26.5	77.0	35.4	102.0
	-20 3.6	5.6	14.4	11.2	27.4	16.8	40.4	22.4	53.6	33.6	78.9	44.8	104.2
	-15 8.6	7.0	15.4	14.0	29.2	21.0	43.1	28.0	57.4	42.0	84.4	56.0	111.5
	-10 9.0	8.5	16.6	17.1	31.6	25.6	46.5	34.2	61.9	51.4	91.0	68.4	120.4
	- 5 12.2	10.2	17.8	20.5	33.8	30.7	49.9	41.0	66.4	61.5	97.5	82.0	129.0
155#	0 15.7	12.0	19.0	24.1	36.2	36.1	53.4	48.2	71.0	72.2	104.3	96.4	138.0
86.1°	5 19.6	14.0	20.3	28.1	38.6	42.1	57.0	56.3	75.7	84.4	111.3	112.6	147.0
	10 23.8	16.2	21.3	32.5	40.5	48.7	59.7	65.0	79.4	97.5	116.8	130.0	154.5
	+15 28.4	18.6	22.1	37.2	42.0	55.8	61.7	74.5	82.2	112.7	120.8	149.0	159.7
	20 33.5	21.3	22.3	42.6	42.5	63.9	62.6	85.2	83.4	127.3	122.8	170.4	162.0
	25 39.0	24.1	22.5	48.2	42.6	72.3	63.0	96.5	83.8	144.7	123.2	193.0	163.0
	30 45.0	27.1	22.4	54.2	42.5	81.3	62.7	108.5	83.5	162.7	122.8	217.0	162.1
	35 51.6	30.5	22.2	61.0	42.4	91.5	62.3	122.0	83.0	183.0	122.0	244,0	161.0

VILTER

TABLA 5

CONDENSADORES HORIZONTALES DE AMONIACO CON TUBOS

DETALLES DE INGENIERIA

Tamaño Nominal	Diametro exterior O.D.	Capacidad descarga de #/min.Lb/min*	N-	Tubos Longitud	Superficie pies ^{2}	Material	Espesor de plancha
12 'x 6'		3.18		6'	82		acero 1 1/
12 'x 8'		4.25		8'	109		
12 'x10'		5.31		10'	138		
12 'x12'	12-3/4'	6.36	42	12'	165		
12 'x14'		7.44		14'	192		
12 'x16'		8.50		16'	219		
12 'x18'		9.55		18'	247		
12 'x20'		10.6		20'	275		
16 'x 8'		5.34		8'	198		acero de
16 'x10'		6.67		10'	249		1 1/4'
16 'x12'		8.0		12'	299		
16 'x14'	16 '	9.34	76	14'	348		
16 'x16'		10.7		16'	398		
16 'x18'		12.0		18'	449		
16 'x20'		13.4		20'	497		
20 'x10'		8.33		10'	396		acero de
20 'x12'		10.0		12'	476		1 1/4'
20 'x14'	20 '	11.7	121	14'	555		
20 'x16'		13.3		16'	634		
20 'x18'		15.0		18'	713		
20 'x20'		16.7		20'	792		
24 'x12'		12.0		12'	710	1 1/4' O.D.	acero de
24 'x14'		14.0		14'	828	110 Avg	1 1/4'
24 'x16'	24 '	16.0	181	16'	946	Pared de	
24 'x18'		18.0		18'	1055	acero	
24 'x20'		20.0		20'	1184		
30 'x12'		15.0		12'	1142	ASTM-	acero de
30 'x14'		17.5		14'	1332	A-214	1 1/4'
30 'x16'	30 '	20.0	291	16'	1522		
30 'x18'		22.5		18'	1712		
30 'x20'		25.0		20'	1903		
36 'x12'		18.6		12'	1805		acero de
36 'x14'		21.7		14'	2105		1 1/2'
36 'x16'	37-1/8'	24.8	459	16'	2405		
36 'x18'		27.9		18'	2705		
36 'x20'		30.9		20'	3005		
42 'x12'		21.6		12'	2500		acero de
42 'x14'		25.2		14'	2920		1 1/2'
42 'x16'	43-1/4"	28.8	637	16'	3335		
42 'x18'		32.4		18'	3750		
42 'x20'		36.0		20'	4165		
48 'x12'		24.8		12'	3260		acero de
48 'x14'		28.9		14'	3805		1 1/2'
48 'x16'	49-1/2'	33.0	831	16'	4350		
48 'x18'		37.2		18'	4890		
48 'x20'		41.3		20'	5430		

* Capacidad requerida de aire de descarga para valvulas de seguridad basadas en el codigo ASA B.9.1.

MODEL*	Fins Per Inch	Sq. Ft. Total Surface	PERFORMANCE					CHARGE (Lbs)		SHIPPING WEIGHT (LBS)			
			Capacity BTU/HR		AIR					R-12, R-22		AMMONIA	
			DX at 1° TD	FL or R at 1° TD	CFM	Fans & Dia. ea.	Motors & HP ea.	DX, R-12	DXA	Domes.	Export	Domes.	Export
VHG 300	4	95	300	—	635	1-14	1-1/20	2.6	1.2	99	133	132	178
VHG 385	4	118	385	—	820	1-16	1-1/20	3.2	1.5	108	146	148	200
VHG 525	4	166	525	—	1050	1-16	1-1/20	4.4	2.0	127	172	187	252
VHG 660	4	207	660	—	1355	1-16	1-1/20	8.0	3.7	143	193	222	290
VHG 830	4	253	830	995	1720	1-18	1-1/8	6.6	3.0	181	244	276	346
VHG 1000	4	304	1000	1200	1980	1-18	1-1/8	7.9	3.6	198	258	304	380
VHG 1200	4	364	1200	1440	2490	1-20	1-1/6	13.8	6.3	226	294	355	445
VHG 1610	4	459	1610	1935	3760	2-18	2-1/8	11.0	5.1	368	480	504	625
VHG 2000	4	586	2000	2400	4040	2-18	2-1/6	13.8	6.3	403	530	586	730
VHG 2545	4	771	2545	3050	5360	2-20	2-1/4	18.0	8.3	460	600	693	860
VHG 3270	4	1004	3270	3920	7150	2-22	2-1/3	34.8	16.0	628	785	920	1140
VHG 4725	3	1239	4725	5680	11100	3-22	3-1/3	50.5	23.2	871	1090	1280	1570
VHG 5295	3	1239	5295	6350	14070	3-22	3-1/2	53.0	24.4	895	1114	1304	1594
VHG 4905	4	1612	4905	6080	10725	3-22	3-1/3	54.9	25.1	930	1160	1365	1680
VHG 5360	4	1612	5360	6440	12500	3-22	3-1/2	57.0	26.2	954	1184	1389	1704
VHG 6130	3	1625	6130	7360	14240	4-22	4-1/3	66.5	30.4	1190	1460	1810	2210
VHG 6850	3	1625	6850	8230	18000	4-22	4-1/2	68.5	31.5	1222	1492	1842	2242
VHG 6630	4	2115	6630	7960	13760	4-22	4-1/3	70.8	32.4	1260	1550	1940	2360
VHG 7100	4	2115	7100	8525	16000	4-22	4-1/2	72.8	33.5	1292	1582	1972	2392
VHG 7640	3	2000	7640	9160	17800	5-22	5-1/3	82.8	38.1	1480	1820	2260	2730
VHG 8575	3	2000	8575	10300	22500	5-22	5-1/2	84.7	39.0	1520	1860	2300	2770
VHG 8275	4	2680	8275	9930	17200	5-22	5-1/3	87.5	40.0	1570	1920	2420	2930
VHG 8860	4	2680	8860	10620	20000	5-22	5-1/2	90.0	41.4	1610	1960	2460	2970

* Add suffix: DXF for DX R-12 or R-22; DXA for DX ammonia; FLA for flooded ammonia; RBA for recirculated bottom feed ammonia. Recirculated bottom feed furnished as standard. Top feed available, if specified on order.

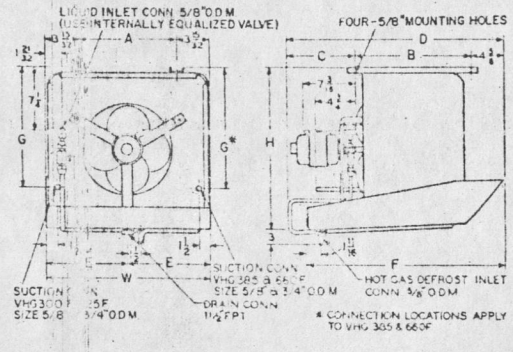
Finish: Pearl gray wrinkle.

Ordering instructions: Specify model, motor HP and current, type of feed, refrigerant, evaporating and room temperatures. Factory-fitted surge assembly available for flooded feed. Capacity based on medium frosted coil.

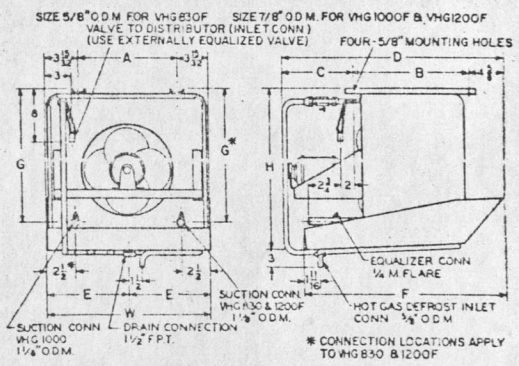
VILTER

TABLA 6

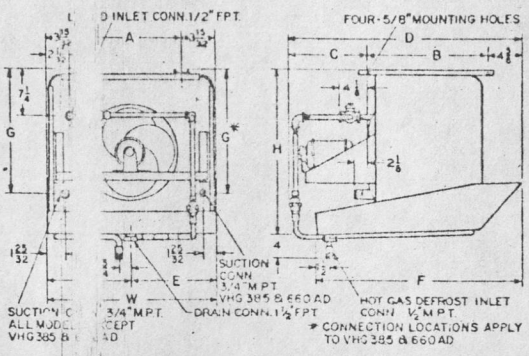
MODELOS DE VENTILADOR



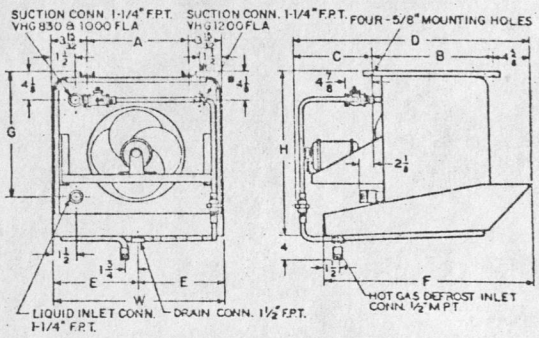
DX R12 -22 . . . Models VHG-300 DXF to VHG-660 DXF



DX R-12, R-22 . . . Models VHG-830 DXF to VHG-1200 DXF



DX Ammonia . . . Models VHG-300 DXA to VHG-1200



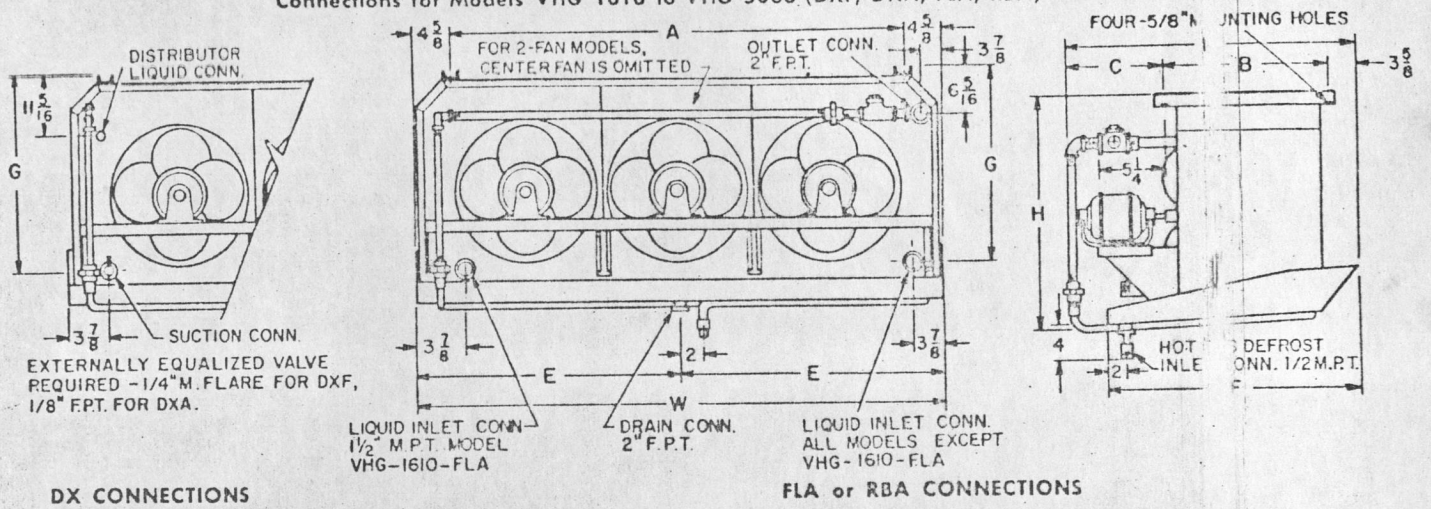
FLA or RBA Models . . . VHG-830 FLA/RBA to VHG-1200 FLA/RBA

DIMENSIONS (inches) (pulgadas)

MODEL	OVERALL H	OVERALL W	OVERALL D	A	B	C	E	F	G for DXF	G for DXA	G for FLA
VHG 300	23	22-1/2	25-3/4	15-9/16	12-7/8	8-1/4	11-1/4	23-3/16	17	17	—
VHG 385	25-1/8	24-1/2	25-3/4	17-9/16	12-7/8	8-1/4	12-1/4	23-3/16	19-1/8	19-1/8	—
VHG 525	25-1/8	25-1/2	27-7/8	18-9/16	15	8-1/4	12-3/4	25-5/16	19-1/8	19-1/8	—
VHG 660	25-3/8	25-1/2	30	18-9/16	17-1/8	8-1/4	12-3/4	27-7/16	19-1/8	19-1/8	—
VHG 830	27-1/2	27-1/2	32-1/8	20-9/16	17-1/8	10-3/8	13-3/4	27-7/16	23-1/4	20-1/2	23-1/4
VHG 1000	27-5/8	27-1/2	34-1/4	20-9/16	19-1/4	10-3/8	13-3/4	29-9/16	23-1/4	20-1/2	23-1/4
VHG 1200	29-3/4	29-1/2	34-1/4	22-9/16	19-1/4	10-3/8	14-3/4	29-9/16	25-3/8	22-5/8	25-3/8

MODELOS DE 2Y3 VENTILADORES

Connections for Models VHG 1610 to VHG 5360 (DXF, DXA, FLA, RBA)



DX CONNECTIONS **FLA or RBA CONNECTIONS**

VILTER

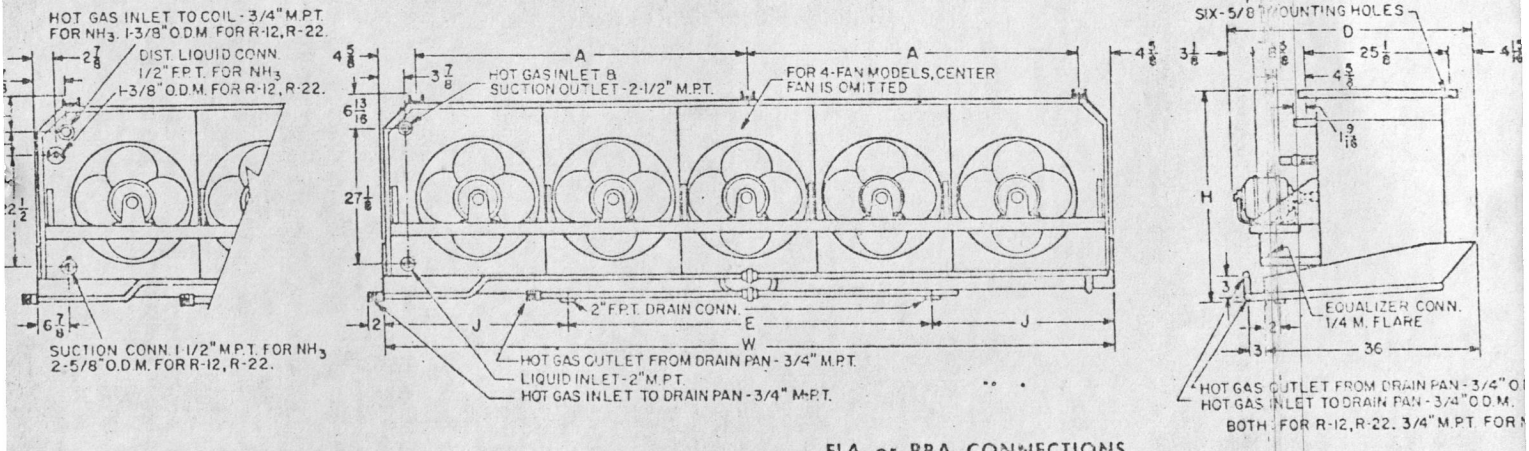
DIMENSIONS (inches) (pulgadas)

MODEL	OVERALL H	OVERALL W	OVERALL D	A	B	C	E	F	G for DX	G for FLA or RBA	DX CONNECTIONS LIQUID DXF O.D.M.	LIQUID DX	SUCTION DXF O.D.M.	SUCTION DXA M.P.T.
VHG 1610	30-1/8	47-3/4	35-7/8	38-1/2	21	11-1/4	23-7/8	30-9/16	24-13/16	25-1/16	7/8	1/2" F.P.T. to distrib. or liquid solenoid valve	1-1/8	1
VHG 2000	30-3/4	49-3/4	38-3/8	40-1/2	23-1/8	11-5/8	24-7/8	32-5/8	24-13/16	25-1/16	7/8		1-3/8	1
VHG 2545	34-3/4	53-3/4	38-3/4	44-1/2	23-1/8	12	26-7/8	32-5/8	29-1/16	29-3/16	7/8		1-5/8	1
VHG 3270	34-3/4	70	41-1/16	61	23-1/8	12	35-1/8	32-5/8	29-1/16	29-3/16	7/8		2-1/8	1-1/4
VHG 4725	39-1/2	93-3/4	41-1/16	84-1/2	25-1/8	13-1/16	46-7/8	34-5/8	33-13/16	33-15/16	1-3/8		2-1/8	1-1/4
VHG 5295	39-1/2	93-3/4	41-13/16	84-1/2	25-1/8	13-1/16	46-7/8	34-5/8	33-13/16	33-15/16	1-3/8		2-1/8	1-1/4
VHG 4905	39-1/2	93-3/4	41-1/16	84-1/2	25-1/8	13-1/16	46-7/8	34-5/8	33-13/16	33-15/16	1-3/8		2-1/8	1-1/4
VHG 5360	39-1/2	93-3/4	41-13/16	84-1/2	25-1/8	13-1/16	46-7/8	34-5/8	33-13/16	33-15/16	1-3/8		2-1/8	1-1/4

TABLA 6

MODELOS DE 4Y5 VENTILADORES

Connections for Models VHG 6130 to VHG 8860 (DXF, DXA, FLA, RBA)



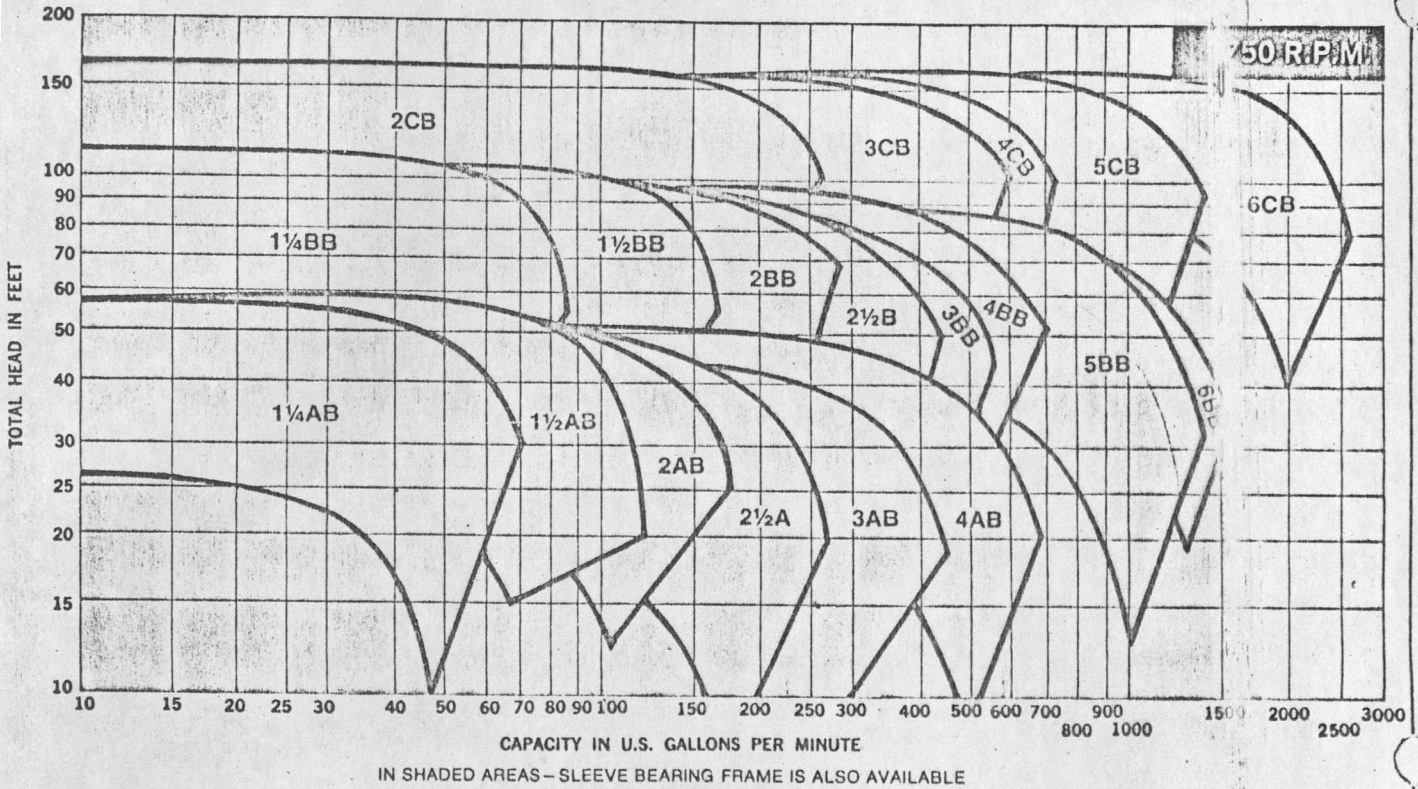
DX CONNECTIONS **FLA or RBA CONNECTIONS**

DIMENSIONS (inches) (pulgadas)

MODEL	OVERALL H	OVERALL W	OVERALL D	A	E	J
VHG 6130	40-3/8	120	41-13/16	55-3/8	62	29
VHG 6850	40-3/8	120	41-13/16	55-3/8	62	29
VHG 6630	40-3/8	120	41-13/16	55-3/8	62	29
VHG 7100	40-3/8	120	41-13/16	55-3/8	62	29
VHG 7640	40-3/8	147-3/4	41-13/16	69-1/4	76	35-7/8
VHG 8575	40-3/8	147-3/4	41-13/16	69-1/4	76	35-7/8
VHG 8275	40-3/8	147-3/4	41-13/16	69-1/4	76	35-7/8
VHG 8860	40-3/8	147-3/4	41-13/16	69-1/4	76	35-7/8

TABLA N° 7

Series 1510 Selection Charts



IN SHADED AREAS – SLEEVE BEARING FRAME IS ALSO AVAILABLE

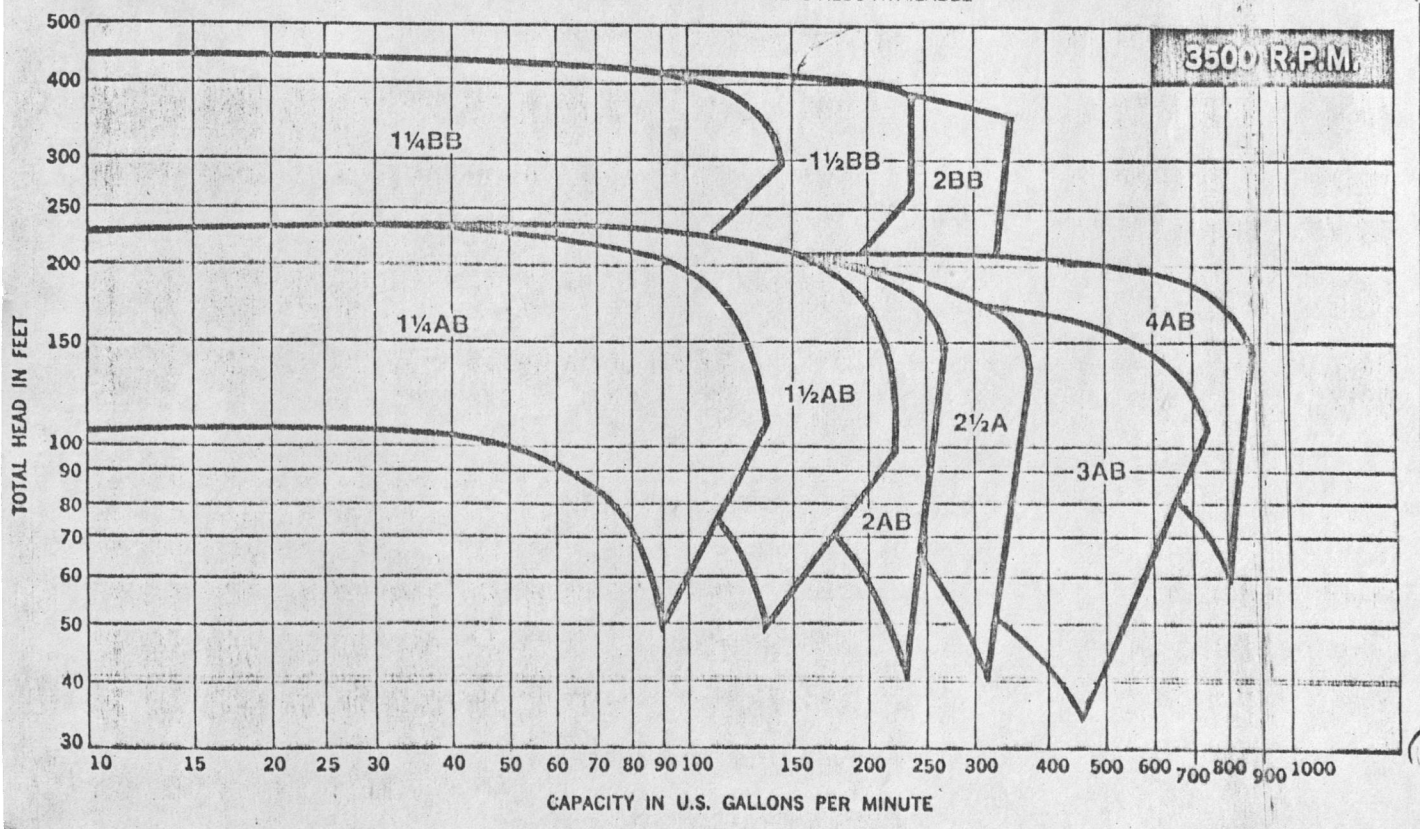
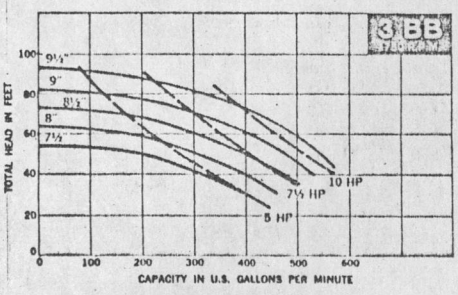
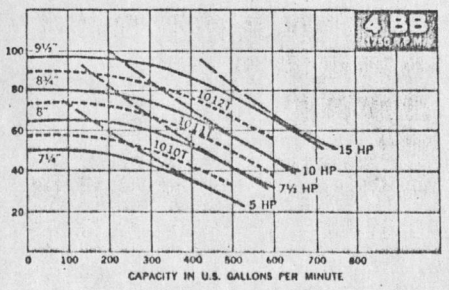


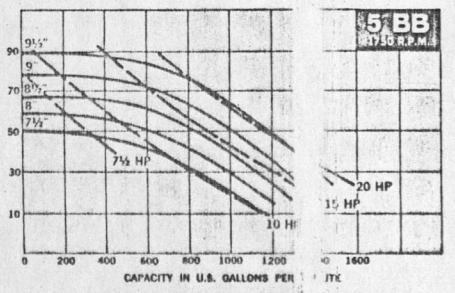
TABLA Nº 7

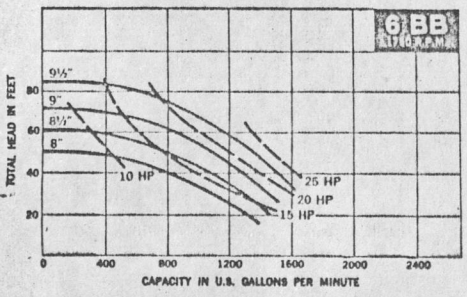
Series 1510 Selection Curves

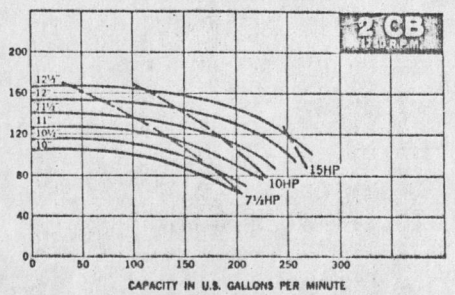
Single Stage—End Suction—60 Cycle. Curves based on shop test using clear cold water at a temperature of not over 85°F. For final pump and motor selection, use Performance Curve Booklet B-260.

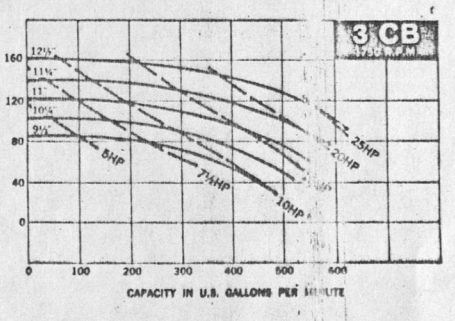


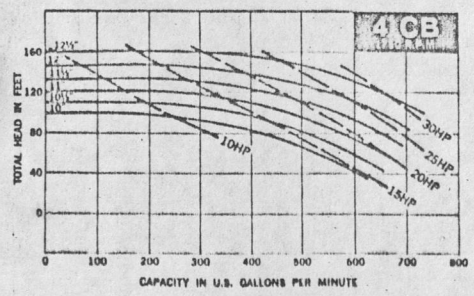


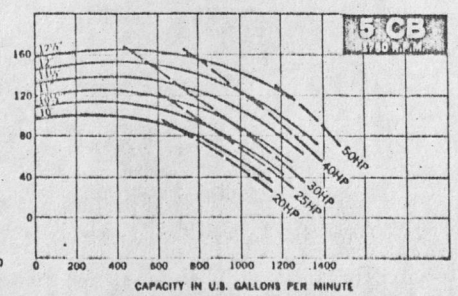


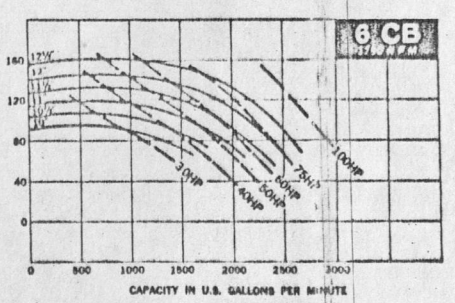


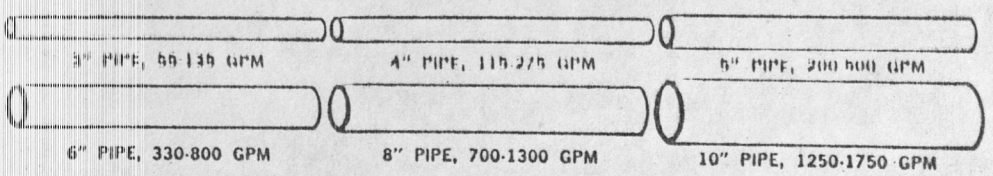








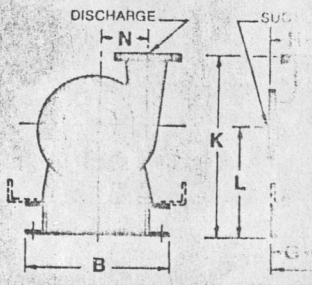


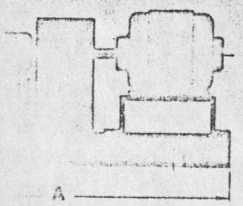


Pipe sizes and capacities shown are those recommended as good practice for fluid velocities on hydronic applications. Horsepower curves do not include motor service factor.

TABLA Nº 7

Dimensio… …ARD MECHANICAL SEAL CONST…





Motor Horsepower and F… …ion (Dripproof E… …closure)

Horsepower	Frame @ 1750 RPM		…wer	Frame @ 1750 RPM	Frame @ 3500 RPM
½	56		0	215T	213T
¾	56		15	254T	215T
1	143T		20	256T	254T
1½	145T		25	284T	256T
2	145T		30	286T	284TS
3	182T		40	324T	286TS
5	184T		50	326T	324TS
7½	213T		60	364T	326TS
			75	365T	—
			100	404TS	—

STANDARD MECHANICAL SEAL PUMP MODEL 1510

DIMENSIONS IN INCHES

Pump Size & Discharge	Suction Size	Motor Frame Size	A	B	G	H	K	L	N
1¼ AB (NPT)	1½ (NPT)	56	28¾	12	3⅛	2⅞	14¾	9¾	4½
		143T-145T	28¾	12	3⅛		14¾		
		182T-184T	31	14⅝	4½		14¾		
		213T-215T	34⅝	14⅝	4½		14¾		
1¼ BB (NPT)	1½ (NPT)	145T	31	14⅝	4⅜	2⅜	18¾	10¾	5½
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		18¾		
		213T-215T	39⅜	14⅝	4⅜		18¾		
		254T-256T	46½	16	5⅛		20	12	
		284TS-286TS	46½	16	5⅛		21	13	
1½ AB (NPT)	2 (NPT)	56	28¾	12	3⅛	3⅛	15¾	9¾	4⅝
		143T-145T	28¾	12	3⅛		15¾		
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		15¾		
		213T-215T	34⅝	14⅝	4⅜		15¾		
1½ BB (NPT)	2 (NPT)	145T	31	14⅝	4⅜	3⅛	17¼	10¾	5¾
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		17¼		
		213T-1750	34⅝	14⅝	4⅜		17¼		
		213T-215T-3500	39⅜	14⅝	4⅜		17¼		
		254T-256T	46½	16	5⅛		18½	12	
		284TS-286TS	46½	16	5⅛		19½	13	
2 AB	2½	56	28¾	12	3⅛	3	16¼	9¾	4¾
		143T-145T	28¾	12	3⅛		16¼		
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		16¼		
		213T-215T	34⅝	14⅝	4⅜		16¼		
		254T-256T	39⅜	14⅝	4⅜		17¼	10¾	
2 BB	2½	145T	31	14⅝	4⅜	3⅞	17¾	10¾	5⅞
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		17¾		
		213T-215T-1750	34⅝	14⅝	4⅜		17¾		
		215T-3500	39⅜	14⅝	4⅜		17¾		
		254T-256T	46½	16	5⅛		19	12	
		284TS-286TS	46½	16	5⅛		20	13	
		324TS-326TS	46½	16	5⅛		19	12	
2 CB	3	213T-215T	46½	16	6⅝	5½	23	14	7¼
		254T-256T	46½	16	6⅝		23		
2½ A	3	56	28¾	12	3	3⅝	15¾	9¾	4 11/16
		143T-145T	28¾	12	3		15¾		
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		15¾		
		213T-215T	34⅝	14⅝	4⅜		15¾		
		254T-256T	39⅜	14⅝	4⅜		16¾	10¾	
2½ B	3	182T-184T	31	14⅝	4⅝	3½	17½	10¾	6
		213T-215T	34⅝	14⅝	4⅝		17½		
3 AB	4	143T-145T	28¾	12	2 13/16	4⅛	15¾	9¾	5
		182T-184T	31	14⅝	4⅜		15¾		
		213T-215T	39⅜	14⅝	4⅜		15¾		
		254T-256T	46½	16	5⅛		18	12	
		284TS-286TS	46½	16	5⅛		19	13	
3 BB	4	184T	31	14⅝	4⅛	4¾	18¼	10¾	6⅛
		213T-215T	34⅝	14⅝	4⅛		18¼		
		254T	39⅜	14⅝	4⅛		18¼		
3 CB	4	213T-215T	46½	16	6½	5⅝	23½	14	8
		254T-256T	46½	16	6½		23½		
		284T	51¾	16	6½		23½		
4 AB	5	145T	31	14⅝	3 13/16	4¾	17	10¾	5
		182T-184T	31	14⅝	3 13/16		17		
		213T	34⅝	14⅝	3 13/16		17		
		215T	39⅜	14⅝	3 13/16		17		
		254T-256T	46½	16	4 13/16		18¼	12	
		284TS-286TS	46½	16	4 13/16		19¼	13	
		324TS-326TS	46½	16	4 13/16		18¼	12	
4 BB	5	213T-215T	34⅝	14⅝	4	4¾	19¼	11¾	6⅛
		254T	39⅜	14⅝	4		19¼		
4 CB	5	215T	46½	16	6⅛	6	25	15	8⅛
		254T-256T	46½	16	6⅛		25		
		284T-286T	51¾	16	6⅛		25		
5 BB	6	213T-215T	34⅝	14⅝	3½	5⅛	21	12¼	6 15/16
		254T	39⅜	14⅝	3½		21		
		256T	46½	16	4⅜		22¼	14	
		284T-286T	51¾	16	4⅜		22¼		
5 CB	6	254T-256T	50	24	6 1/16	6	29½	16½	9
		284T-286T	50	24	6 1/16		29½		
		324T-326T	56	24	6 1/16		29½		
		364T	56	24	6 1/16		29½		
6 BB	8	254T-256T	46½	16	4¼	7	26	15	7½
		284T-286T	51¾	16	4¼		26		
6 CB	8	256T	56	24	6¼	6½	30½	16½	9 5/16
		284T-286T	50	24	6¼		30½		
		324T-326T	56	24	6¼		30½		
		364T-365T	56	24	6¼		30½		
		404TS	60	24	6¼		30½		

NOMENCLATURA

A = Area

At = Area total

Cp = Calor específico a presión constante

f = Coeficiente de película de transferencia de calor
Coeficiente de fricción

e = Espesor

g = Aceleración de la gravedad

Gr = Número de Grashof

G = Caudal másico

h = Entalpía (por unidad de masa) coeficiente de transferencia de calor

hf = Coeficiente de transferencia de calor por convección lado - de agua

hr = Coeficiente de transferencia de calor por convección lado - del refrigerante

hw = Coeficiente de transferencia de calor de incrustaciones o escamas lado del agua

hf = Entalpía de líquido saturado

hg = Entalpía de vapor saturado

hfg = Entalía de vapor saturado menos entalpía de líquido saturado

H = Cabezal

K = Conductividad termal

L = Longitud, carrera del pistón

m = Masa

m = Flujo de masa

n = Revoluciones por minuto
N = Número de tubos
Nu = Número de Nusselt
Pr = Número de Prandtl
Q = Cantidad de calor total
p = Presión
Pt = Potencia teórica
Pr = Potencia real
Pf = Potencia frigorífica específica
P = Potencia total

" B "

Qt = Potencia frigorífica requerida
Qc = Potencia calorífica teórica evacuada en el condensador
Qct - Calor teórico cedido en el condensador
r_1 = Radio interior r_2 = radio exterior r_3 = radio del aislamiento
Q = Caudal
Re = Número de Reynolds
Sr = Relación de la superficie exterior del tubo a la superficie interior
t = Temperatura °F
t2a = Temperatura de salida de agua del condensador
t1a = Temperatura de entrada de agua al condensador
tf = Temperatura promedio de película
tm = Temperatura media logarítmica
Tr = Temperatura de condensación del refrigerante
Tt = Temperatura de la superficie exterior de los tubos
te = Temperatura exterior a los tubos

tr =	Temperatura del refrigerante
t3 =	Temperatura exterior en la superficie del aislamiento
t1 =	Temperatura de la carne
t2 =	Temperatura del aire
tpa =	Temperatura de la pared para evitar la condensación
U =	Coeficiente global de transferencia de calor
v =	Volúmen específico
v =	Velocidad
Vl =	Velocidad lineal del pistón
Vr =	Caudal volumétrico real
vi =	Volúmen específico del refrigerante
Vt =	Caudal volumétrico teórico
Vtu =	Caudal volumétrico teórico unitario
W =	peso, peso específico
Z =	Número de cilindros del compresor
α =	Letras griegas
β =	Coeficiente térmico de expansión
ΔT =	Diferencia entre dos valores
η =	Eficiencia mecánica
η_v =	Eficiencia volumétrica
ρ =	Densidad
μ =	Viscosidad dinámica
ν =	Viscosidad cinemática

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

1.- Comer cialización de ganado y leche.
Junta Nacional de Planificación. 1975.

2.- Factibilidad del Matadero Frigorífico para la ciudad de Quito. ITALCONSULT. 1960.

3.- Manual de Técnica Frigorífica.
W. Pohlman. (Traducción de la décimo tercera edición alemana). Omega S.A. 1971.

4.- Refrigeration and Air Conditioning.
Jordan and Priester. Prentice Hall Inc. N.J. Second edition. 1959.

5.- Aire Acondicionado y Refrigeración.
R. H. Jenning. Ohio. Cuarta edición. 1958.

6.- Aire Acondicionado y Refrigeración.
Stoecker. Mc - Graw Hill Book Company Inc. 1965.

7.- Thermal Engineering.
Solberg - Cromer - Spalding. John Wiley & Sons Inc. Publishers 1960.

8.- Engineering Thermodynamics.
Jones - Hawkins. John Wiley & Sons Inc. 1960.

9.- Termodinámica.
Obert - Gaggioli. Mc - Graw Hill Book Company Inc. 1965 N.Y.

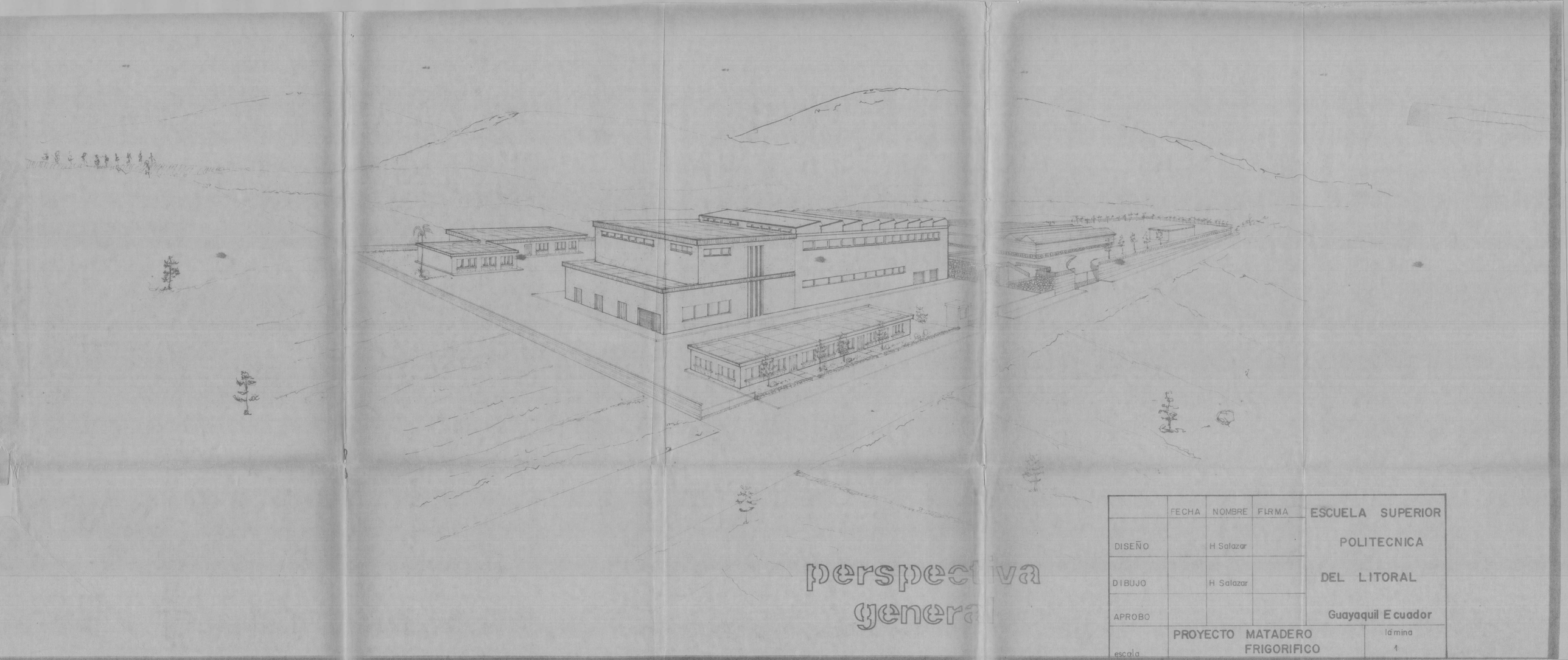
10.- ASHRAE. Thermodynamics Properties of Refrigerants.

11.- ASHRAE. " Guide Data Book ". Fundamentals and Equipments. 1965 - 1972.

12.- ASHRAE. " Systems Volume ". 1971.

13.- Fluid Mechanics and Hidraulics.
Schaum's. Schaum Publishing Co. Philadelphia 1962.

14.- Heat Transfer.
Alan J. Chapman. The Mcmillan Company/Collier.Mcmillan Limited, London. Quinta edición. 1970.



perspectiva general

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Guayaquil Ecuador	
DISEÑO		H Salazar			
DIBUJO		H Salazar			
APROBO					
escala	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO				lámina 1

15.- Applications of Thermodynamics.
Bernard D. Wood. Addison Wesley Publishing Company 1969.

16.- Transferencia de Calor.
Marcombo.

17.- Pump Handbook.
Klein - Schnzlin - Becker. Germany 1968. K.S.B.

18.- Baltimore Air Coolig Manual.

19.- Curso de Transferencia de Calor.
Arthur Foster. Escuela Politécnica Nacional. 1975.

20.- Bohn Refrigeration Manual.

21.- Manual del Ingeniero Mecánico De Marks.
Baumeister y Marks. Traducción de la sexta edición en Inglés por Santiago Alonso.UTEHA. 1967.

22.- Boletín del Instituto Nacional Meteorológico. 1969.

23.- Handbook of Air Conditioning System Design.
Carrier Air Conditioning Company. Mc- Graw Hill Book Company 1965.

24.- Transmisión de Calor.
William H. Mc Adams. Mc - Graw Hill Book Company. N.Y. Tercera edición. 1964.

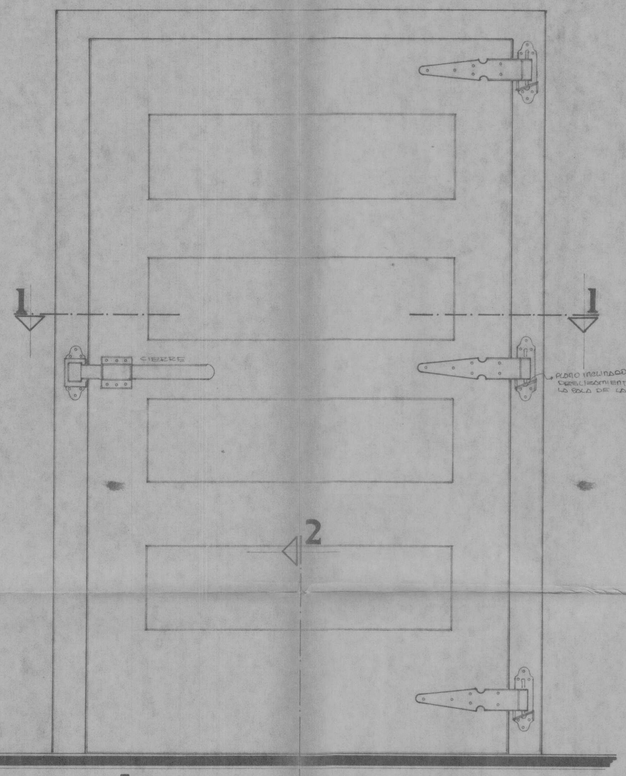
******



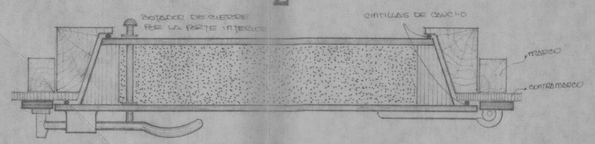
perspectiva general

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Guayaquil Ecuador
DISEÑO		H Salazar		
DIBUJO		H Salazar		
APROBO				
escala	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO			lámina 1

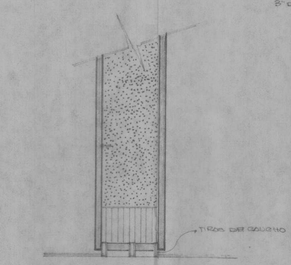
PUERTA DE CAMARAS



elevacion



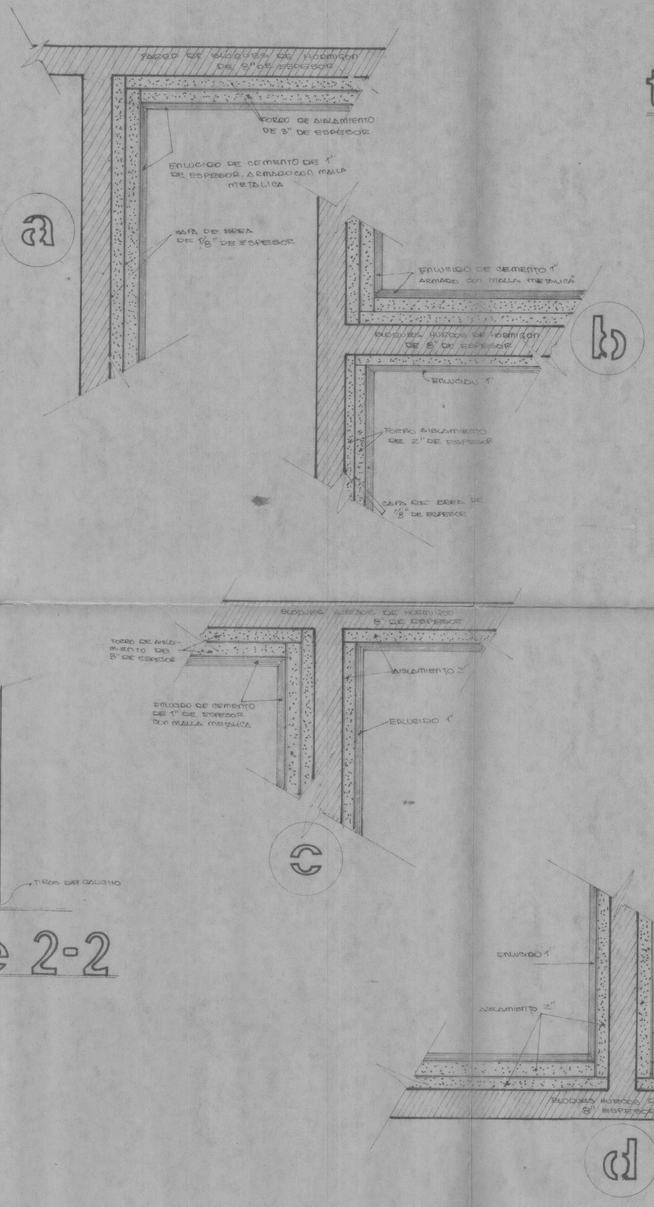
corte 1-1

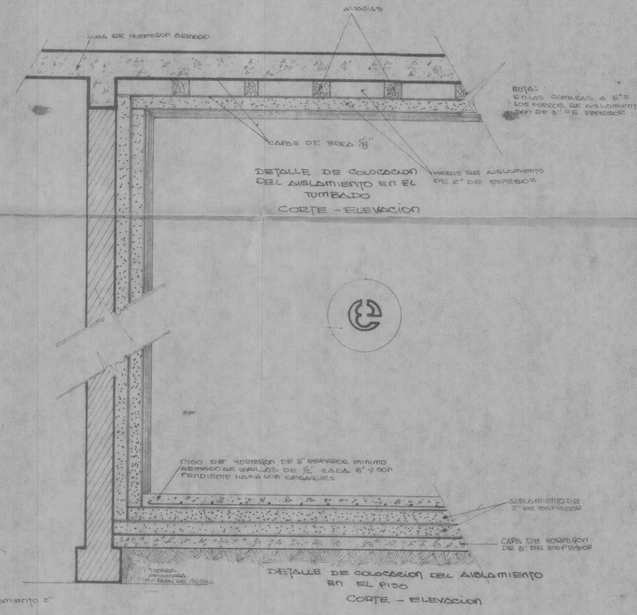


corte 2-2

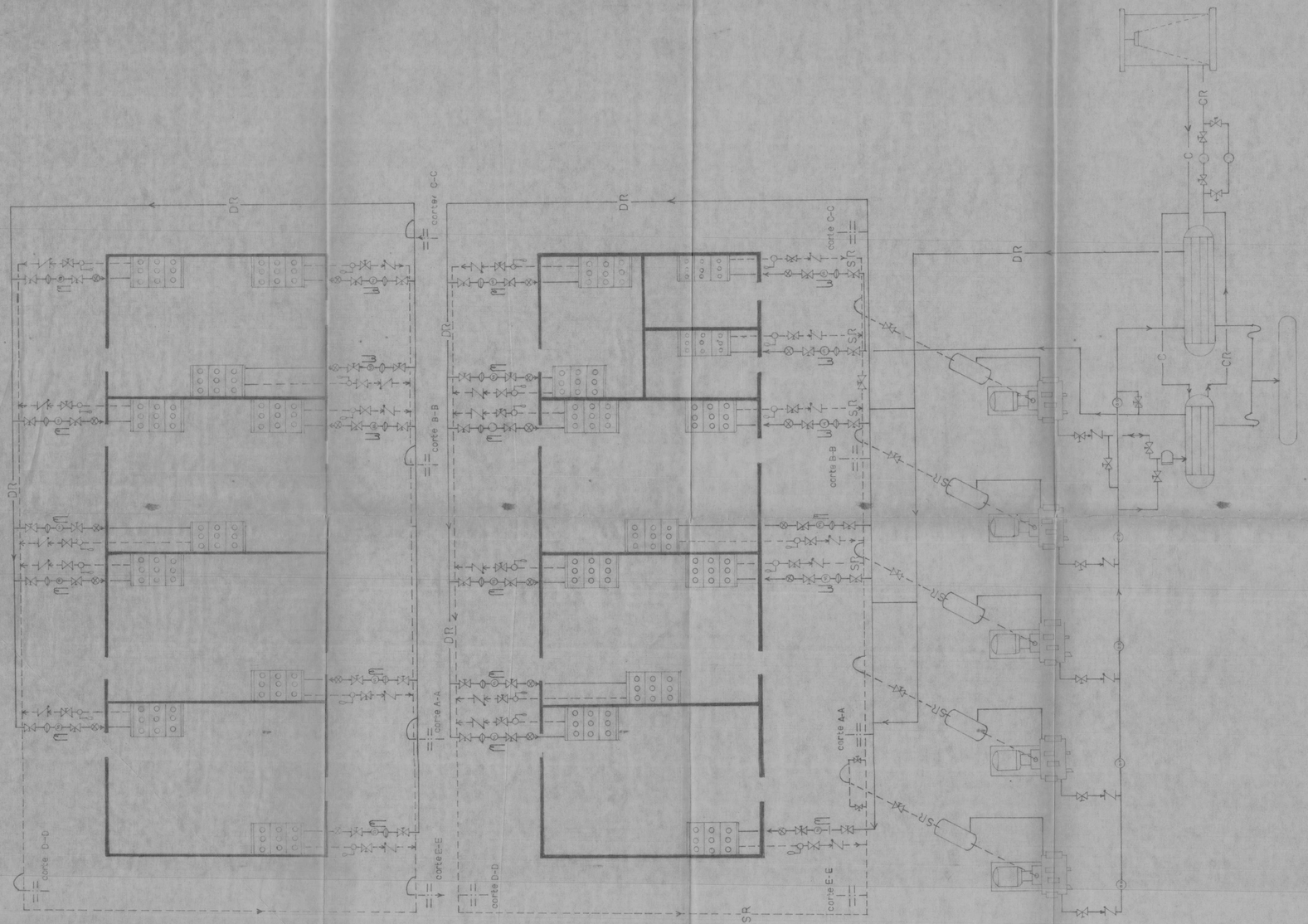
tipos de detalles

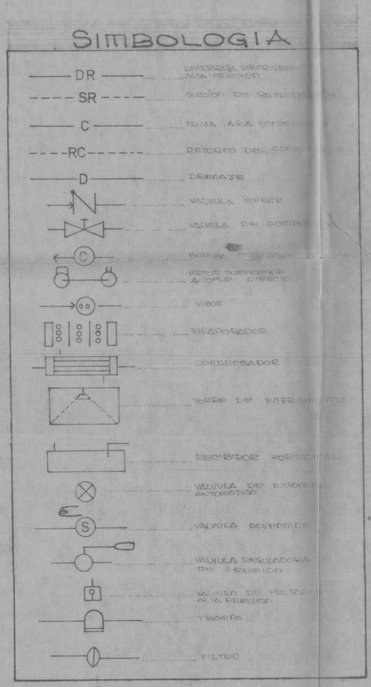
AISLAMIENTO DE CAMARAS





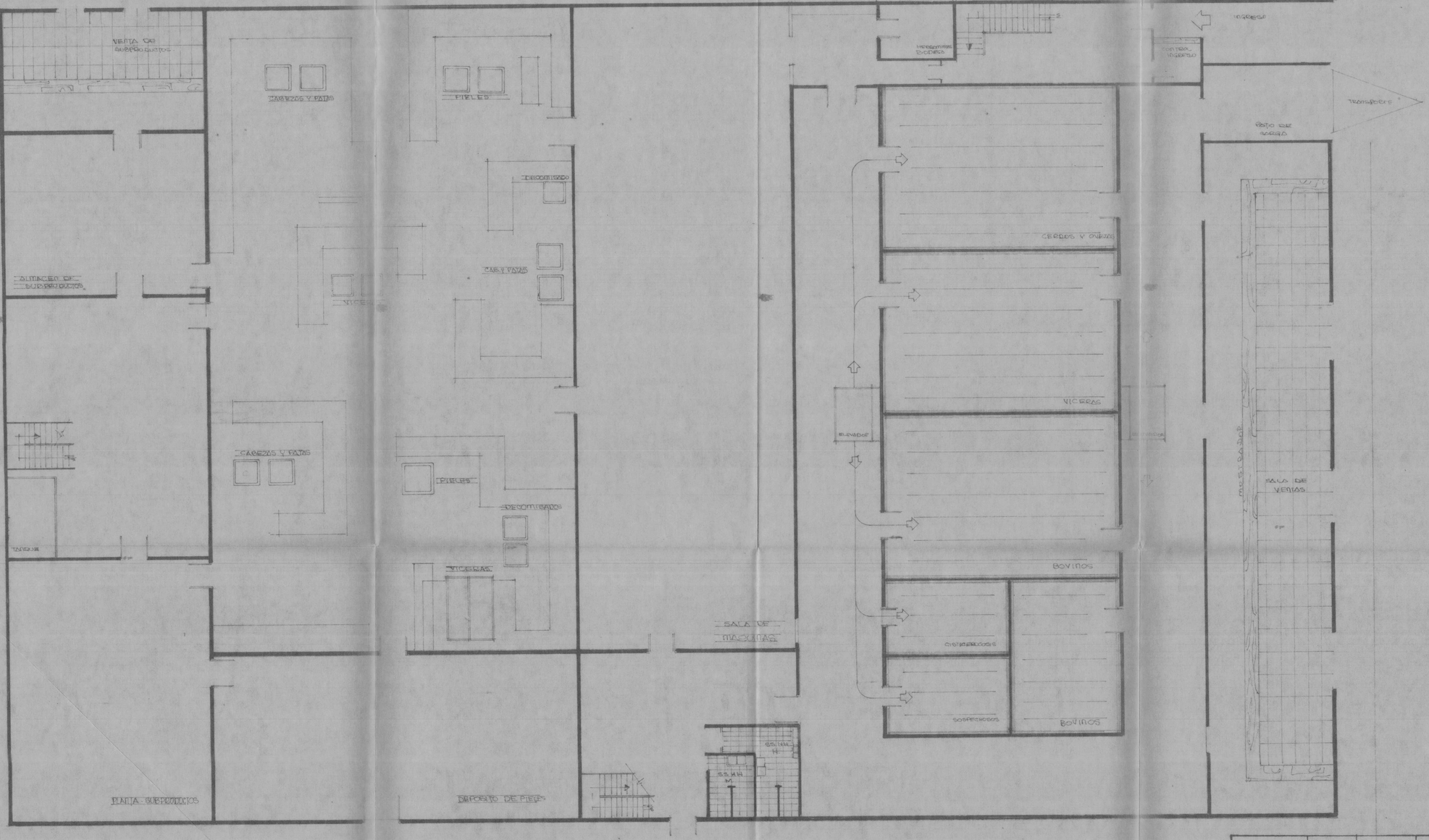
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DISENO		H. Salazar		
DIBUJO		H. Salazar		
APROBO				Guayaquil Ecuador
escala	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO			lámina 2





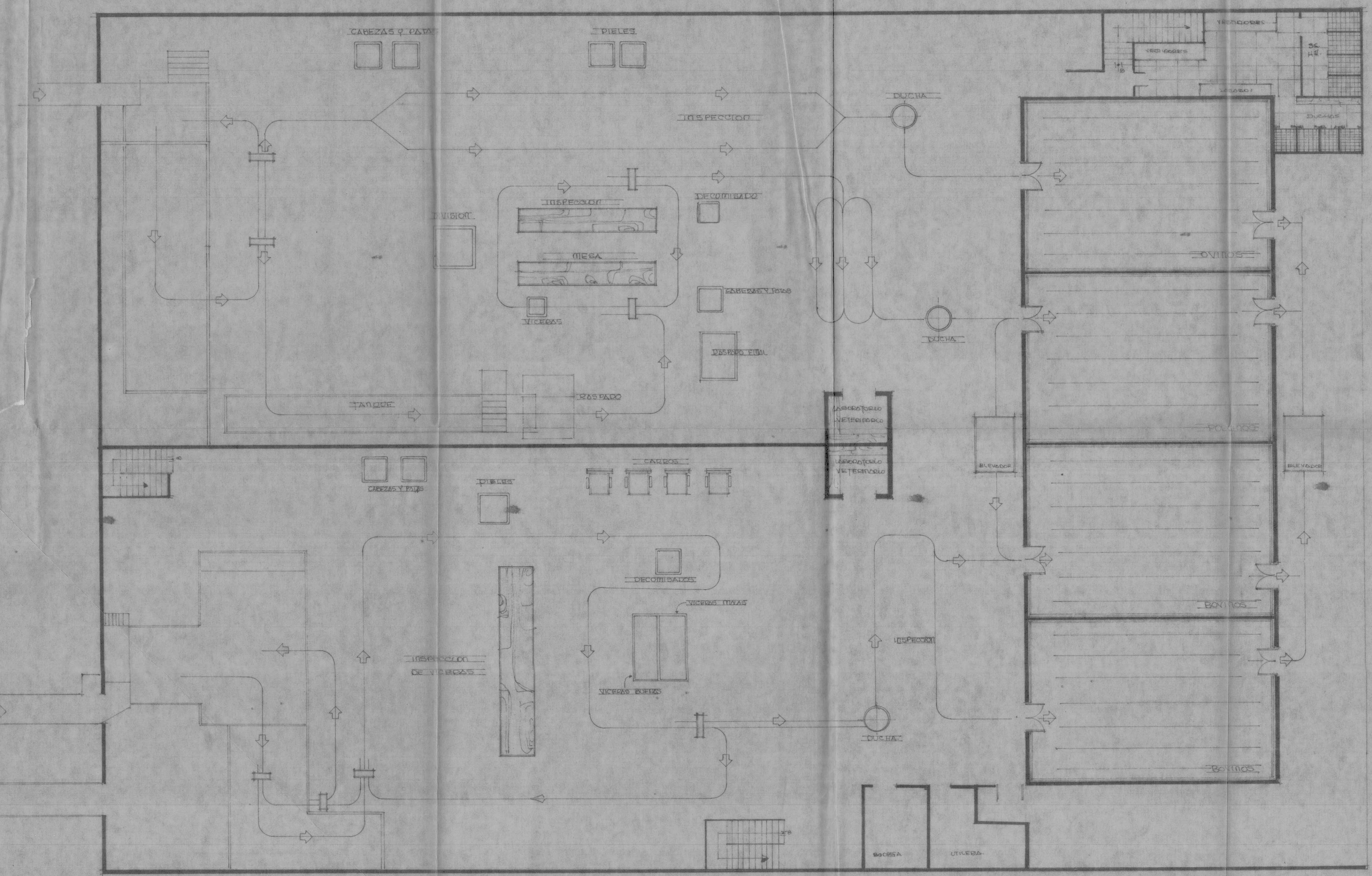
equipos de refrigeración

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Guayaquil Ecuador
DISEÑO		H Salazar		
DIBUJO		H Salazar		
APROBO				
escala	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO			lámina 5



planta baja

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR
DISEÑO		H Salazar		POLITECNICA
DIBUJO		H Salazar		DEL LITORAL
APROBO				Guayaquil Ecuador
escala 1:125	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO			lámina 3



planta alta

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Guayaquil Ecuador
DISEÑO		H. Salazar		
DIBUJO		H. Salazar		
APROBO				
escala 1:125	PROYECTO MATADERO FRIGORIFICO			lámina 4