

CALCULO Y DISEÑO DE LA LINEA DE FRIO EN LA PLANTA PILOTO PESQUERA
DE TAGANGA

RAUL CAYON GONZALEZ
CHARLES OLAYA NIETO
ARMANDO ORTA CASTILLO

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al
título de :

INGENIERO PESQUERO

Presidente de Tesis : HUMBERTO BORNACELLI GUERRERO, Ing. Pesq.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA
SANTA MARTA, 1986

Tes

~~000535~~

~~IP~~

IP 00010

414837

"Los jurados examinadores del trabajo de tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por el aspirante al título".

Nota de Aceptación.

Presidente

Jurado

Jurado

Santa Marta,

DEDICO

A mis Padres : ALFONSO y ROSA CECILIA, por haber guiado a sus hijos por caminos de inquietud intelectual.

A mis Hermanos : GRACIELA, LUIS, ALFONSO y ALFREDO.

A mis Sobrinos.

A mi Novia.

A mis Compañeros.

A todas aquellas personas que hicieron posible la culminación de esta meta.

RAUL EDUARDO

DEDICO

A mis Padres.

A mi Familia.

A mis Amigos.

A la gloriosa FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA, pionera
y forjadora, por sus invaluable aportes a mi formación.

CHARLES

DEDICO

A mis Padres : DESIDERIO y MATILDE, que con sus sueños añoraban ver coronados sus deseos y mis aspiraciones.

A mis Hermanos, en especial a PRISCILA, a quien por sus sacrificios y apoyo económico, espiritual y moral, debo esta meta.

A mi Abuela PRIMITIVA.

A mi Tío TEOBALDO.

A mis Sobrinos : SHIRLEY OMARIS, JOSE ANGEL, JORGE IVAN, IVAN ARMANDO y WILLIAM ALFREDO.

A mis Amigos.

A mi Pueblo CHIRIGUANA.

ARMANDO JOSE

AGRADECIMIENTOS

Los autores hacen extensivos sus agradecimientos a las siguientes personas y entidades, quienes de una u otra forma, contribuyeron con el éxito de este proyecto.

A GUSTAVO COTES BLANCO, Ingeniero Pesquero

A LUIS NIETO ALVARADO, Ingeniero Pesquero

A LUCAS ROMERO MATTOS, Ingeniero Pesquero

A OSWALDO PERES MOLINA, Ingeniero Pesquero

A RAFAEL GARCIA, Ingeniero Pesquero

A HENRY ESCOBAR, Licenciado

A CARLOS COTES DIAZGRANADOS, Licenciado

A DOMINGO MORRON BORNACELLI, Ingeniero Industrial

A JOSE GONZALEZ PORTO, Economista Agrícola

A NURIS GUARDIOLA ROJANO, Economista Agrícola

A RICARDO BOLAÑO, Economista Agrícola

A JAIRO PEÑA ANDRADE, Economista Agrícola

A CESAR DE LEON, Arquitecto

A JAIME SILVA BERNIER, Ingeniero Agrónomo

A RAFAEL ZAMBRANO BENJUMEA, Almacenista

A GUILLERMO MEJIA, Ingeniero Industrial
A PEDRO ESLAVA ELJAIEK, Ingeniero Pesquero
A ARMANDO LACERA RUA, Químico, M.Sc. en Tecnología de Alimentos
A ILSA AMERICA MATTOS, Secretaria
A GRACIELA OLARTE PADILLA, Secretaria
A GLORIA RODRIGUEZ CASTRO, Secretaria
A JUAN TAPIAS, Auxiliar de Publicaciones
A EDGAR PEREZ, Auxiliar de Publicaciones
A TOMAS MUÑOZ HERNANDEZ, Pescador
A JORGE VASQUEZ BUSTAMANTE, Pescador
A EFRAIN VASQUEZ M., Pescador
A SINDULFO ARCE, Pescador
A JOSE MERCADO, Celador
A ARMANDO ORTIZ, Celador
A RAMON YEPES, Celador
A MODESTO VASQUEZ BUSTAMANTE, Celador
A JORGE MENDEZ, Auxiliar
A MARIA RADA, Aseadora
A GENOVEVA MATTOS VASQUEZ, Aseadora
A RODRIGO DIAZ-GRANADOS, Coordinador
A ALBERTO BETANCOURT MENDIVIL, Estudiante
A JOAN MANUEL GARCIA HENAO, Estudiante
A ALEX VARELA ZAPATA, Estudiante
A GUSTAVO MENESES SOLANO, Estudiante
A ANDRES PEREIRA GUZMAN, Estudiante
A FERNANDO NIETO ALVARADO, Estudiante

A OLGA PATRICIA REYES, Estudiante

A BLANCA ELENA LABORDE, Estudiante

A OCEANOS DE COLOMBIA S.A.

A INDUSTRIAS DE REFRIGERACION MOSERES Y Cia. Ltda.

Al ALMACEN REFRICAR

A la FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA

A la UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

TABLA DE CONTENIDO

	pág
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 ANTECEDENTES.....	4
1.3.1 Sala de Procesos.....	4
1.3.2 Cámara Frigorífica.....	5
1.3.3 Laboratorio.....	8
1.3.4 Almacén.....	9
1.4 METODOLOGIA.....	9
2. REVISION DE LITERATURA.....	11
3. ANALISIS DE LOCALIZACION DE LA PLANTA PILOTO PESQUERA DE TAGANGA.....	28
3.1 AREA DE INFLUENCIA.....	28
3.2 ASPECTOS DEMOGRAFICOS.....	28

	pág
3.3 POBLACION PESQUERA.....	30
3.4 TENDENCIA OCUPACIONAL.....	30
3.5 CLIMATOLOGIA.....	31
3.6 TOPOGRAFIA.....	32
3.7 SERVICIOS PUBLICOS.....	32
3.7.1 Recursos de Agua.....	32
3.7.2 Energía Eléctrica.....	32
3.7.3 Servicio Bancario.....	32
3.7.4 Servicio Hospitalario.....	33
3.7.5 Servicio de Alcantarillado.....	33
3.7.6 Servicio de Transporte.....	33
3.8 VIAS DE ACCESO.....	33
3.8.1 Vía Terrestre.....	33
3.8.2 Vía Marítima.....	34
4. IMPORTANCIA DEL FRIO EN LA CONSERVACION DE LOS PRODUC- TOS PESQUEROS.....	35
4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA CONSERVACION DE LOS PRODUC- TOS PESQUEROS.....	36
4.2 TIPOS DE ALTERACION DEL PESCADO.....	37
4.2.1 Alteración Microbiana.....	37
4.2.2 Alteración Enzimática.....	38

	pág
4.2.3 Alteración Química.....	40
4.2.3.1 Características Químicas del Músculo del Pesca- do.....	40
4.2.3.2 Cambios Químicos.....	40
4.3 NECESIDAD DE FRIO.....	42
4.4 MODALIDADES DE FRIO.....	44
4.4.1 Refrigeración.....	44
4.4.1.1 Refrigeración por Hielo.....	45
4.4.1.1.1 Características del Hielo.....	46
4.4.1.1.2 Ventajas del Uso del Hielo.....	47
4.4.1.1.3 Desventajas del Uso del Hielo.....	47
4.4.1.1.4 Clases de Hielo.....	48
4.4.1.1.5 Tipos de Hielo.....	49
4.4.1.1.6 Variedades de Hielo.....	51
4.4.1.2 Refrigeración por Salmuera (Inmersión).....	52
4.4.1.3 Refrigeración en Cámaras.....	53
4.4.1.3.1 Cambios en el Producto Durante la Refrigeración	54
4.4.2 Congelación.....	56
4.4.2.1 Cambios Internos que Sufren los Productos Pesque- ros al Ser Congelados.....	56
4.4.2.2 Tratamiento Anterior a la Congelación.....	60
4.4.2.3 Factores que se Deben Tener en Cuenta para Lograr una Buena Congelación.....	60
4.4.2.4 El Proceso de Congelación.....	66
4.4.2.5 Métodos Convencionales de Congelación.....	66
4.4.2.5.1 Congelación por Corriente de Aire.....	66

	pág
4.4.2.5.2 Congelación por Contacto.....	70
4.4.2.5.3 Congelación por Inmersión en Salmuera.....	73
4.4.2.6 Tratamiento Posterior a la Congelación.....	76
4.4.2.6.1 Glaseado.....	76
4.4.2.6.2 Empaquetado y Embalado.....	77
4.4.2.6.3 Traslado a la Cámara de Almacenamiento.....	79
4.4.3 Descongelación.....	80
4.4.3.1 Métodos de Descongelación.....	81
4.4.3.1.1 Descongelación por Agua.....	81
4.4.3.1.2 Descongelación por Aire.....	82
4.4.3.1.2.1 Por Aire Estático.....	82
4.4.3.1.2.2 Por Aire Húmedo.....	83
4.4.3.1.2.3 Descongelación Industrial por Aire Forzado...	83
4.4.3.1.3 Descongelación Eléctrica.....	85
4.4.3.1.3.1 Por Resistencia Eléctrica.....	85
4.4.3.1.3.2 Dieléctrica.....	85
4.4.3.1.3.3 Por Microondas.....	87
5. ASPECTOS LIGADOS CON LA PRODUCCION.....	89
5.1 PRODUCCION PESQUERA.....	89
5.2 ZONAS DE CAPTURA.....	91
5.3 METODOS DE CAPTURA.....	92
5.4 PRINCIPALES ESPECIES CAPTURADAS.....	96
5.5 MANIPULEO Y PRESERVACION DE LA CAPTURA.....	99

	pág
5.5.1 Manipuleo a Bordo.....	100
5.5.1.1 Tratamiento de Diversas Clases de Pescado a Bordo.....	101
5.5.1.2 Métodos de Estiba.....	104
5.5.1.3 Programa de Inspección Sanitaria.....	108
5.5.2 Desembarque en Puerto.....	109
5.5.3 Recepción en Planta.....	109
5.5.4 Control de Calidad.....	110
5.5.4.1 Análisis Organoléptico.....	110
5.5.4.2 Análisis Químico.....	113
6. ESTUDIO DE MERCADO.....	122
6.1 CARACTERÍSTICA DEL PRODUCTO.....	122
6.2 SITUACION Y ESTRUCTURA DE LA DEMANDA.....	123
6.3 TAMAÑO.....	125
6.3.1 Volumen de Captura.....	127
6.3.1.1 Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga...	127
6.3.1.2 Planta Piloto Pesquera de Taganga y Cooperativa de Ingenieros Pesqueros.....	128
6.3.2 Capacidad de Producción.....	129
6.4 PRECIOS Y COSTOS ACTUALES.....	130
6.4.1 Precios Actuales de las Especies Comerciales del Area.....	132
6.4.2 Costos Actuales de Congelación y Conservación en la Planta Piloto Pesquera de Taganga.....	134
6.4.2.1 Congelación.....	134

	pág
6.4.2.2 Conservación.....	134
7. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	135
7.1 SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO.....	135
7.1.1 Operaciones Comunes a las Cinco Líneas.....	136
7.1.1.1 Captura.....	136
7.1.1.2 Lavado.....	136
7.1.1.3 Clasificación.....	136
7.1.2. Operaciones para la Pesca Blanca.....	137
7.1.2.1 Operaciones Comunes a las Tres Líneas de Pesca- do.....	137
7.1.2.1.1 Descamado y/o Eviscerado.....	137
7.1.2.1.2 Lavado.....	137
7.1.2.1.3 Almacenado.....	137
7.1.2.1.4 Desembarque.....	139
7.1.2.1.5 Recepción y Pesaje.....	139
7.1.2.1.6 Control de Calidad Organoléptica.....	139
7.1.2.1.7 Selección por Especie y Tamaño.....	139
7.1.2.2 Línea de Elasmobranquio en Filetes.....	141
7.1.2.2.1 Fileteado.....	141
7.1.2.2.2 Lavado con Salmuera.....	141
7.1.2.2.3 Lavado con Agua Potable.....	141
7.1.2.2.4 Lavado con Acido Cítrico.....	142
7.1.2.2.5 Estibado.....	142
7.1.2.2.6 Congelado.....	142
7.1.2.2.7 Pesaje y Empaquetado.....	142

	pág
7.1.2.2.8 Sellado.....	143
7.1.2.2.9 Embalado.....	143
7.1.2.2.10 Estibado.....	143
7.1.2.2.11 Almacenado.....	143
7.1.2.2.12 Control de Calidad.....	143
7.1.2.2.13 Distribución.....	147
7.1.2.3 Línea de Pescado en Filetes.....	147
7.1.2.3.1 Lavado con Agua Clorada.....	147
7.1.2.3.2 Fileteado.....	147
7.1.2.3.3 Lavado.....	151
7.1.2.3.4 Pesaje y Empaquetado.....	151
7.1.2.3.5 Sellado.....	151
7.1.2.3.6 Estibado.....	151
7.1.2.3.7 Congelado.....	151
7.1.2.3.8 Control de Calidad.....	151
7.1.2.3.9 Embalado.....	152
7.1.2.3.10 Estibado.....	152
7.1.2.3.11 Almacenado.....	152
7.1.2.3.12 Distribución.....	152
7.1.2.4 Línea de Pescado Entero.....	152
7.1.2.4.1 Lavado con Agua Clorada.....	152
7.1.2.4.2 Estibado.....	152
7.1.2.4.3 Congelado.....	153
7.1.2.4.4 Control de Calidad.....	153
7.1.2.4.5 Glaseado.....	153
7.1.2.4.6 Pesaje y Empaquetado.....	153

	pág
7.1.2.4.7 Sellado.....	153
7.1.2.4.8 Embalado.....	153
7.1.2.4.9 Estibado.....	157
7.1.2.4.10 Almacenado.....	157
7.1.2.4.11 Distribución.....	157
7.1.2.5 Línea de Pescado en Rodajas (Postas).....	157
7.1.2.5.1 Lavado con Agua Clorada.....	157
7.1.2.5.2 Estibado.....	157
7.1.2.5.3 Congelado.....	157
7.1.2.5.4 Control de Calidad.....	158
7.1.2.5.5 Cortado.....	158
7.1.2.5.6 Glaseado.....	158
7.1.2.5.7 Pesaje y Empaquetado.....	158
7.1.2.5.8 Sellado.....	158
7.1.2.5.9 Embalado.....	158
7.1.2.5.10 Estibado.....	162
7.1.2.5.11 Almaceando.....	162
7.1.2.5.12 Distribución.....	162
7.1.2.6 Línea de Pulpo y Calamar.....	162
7.1.2.6.1 Almacenado.....	162
7.1.2.6.2 Desembarque.....	162
7.1.2.6.3 Recepción y Pesaje.....	163
7.1.2.6.4 Control de Calidad Organoléptica.....	163
7.1.2.6.5 Limpieza.....	163
7.1.2.6.6 Lavado con Agua Clorada.....	163
7.1.2.6.7 Pesaje y Empaquetado.....	163

7.1.2.6.8	Sellado.....	pág 163
7.1.2.6.9	Estibado.....	163
7.1.2.6.10	Congelado.....	164
7.1.2.6.11	Control de Calidad.....	164
7.1.2.6.12	Estibado.....	164
7.1.2.6.13	Almacenado.....	164
7.1.2.6.14	Distribución.....	164
7.1.3	Operaciones para la Pesca de Arrastre.....	164
7.1.3.1	Descabezado y Lavado.....	164
7.1.3.2	Lavado con Bisulfito de Sodio.....	168
7.1.3.3	Almacenado.....	168
7.1.3.4	Desembarque.....	168
7.1.3.5	Recepción y Pesaje.....	168
7.1.3.6	Lavado con Agua Clorada.....	168
7.1.3.7	Control de Calidad.....	168
7.1.3.8	Pesaje y Empaquetado.....	169
7.1.3.9	Sellado.....	169
7.1.3.10	Estibado.....	169
7.1.3.11	Congelado.....	169
7.1.3.12	Glaseado.....	170
7.1.3.13	Embalado.....	170
7.1.3.14	Estibado.....	170
7.1.3.15	Almacenado.....	170
7.1.3.16	Distribución.....	170
7.2	CALCULO DEL TIEMPO DE CONGELACION.....	170

	pág	
7.2.1	Curvas de Congelación o Descongelación.....	175
7.2.1.1	La Precongelación.....	175
7.2.1.2	El Período de Cambio de Fase.....	175
7.2.1.3	El Período de Congelación.....	176
7.2.2	Estimación del Tiempo de Congelación.....	176
7.2.2.1	Por Determinación Experimental.....	177
7.2.2.2	Por Fórmulas Teóricas.....	177
7.2.2.3	Fórmulas Semi-Teóricas.....	178
7.3	RAZONES POR LAS CUALES SE DESECHA LA CAMARA FRIGORIFICA EXISTENTE EN LA P.P.P.T.....	180
7.3.1	Características de Diseño.....	180
7.3.1.1	Dimensiones de la Cámara.....	180
7.3.1.2	Dimensiones de las Canastas Utilizadas para la Estiba.....	180
7.3.1.3	Cantidad de Canastas Necesarias.....	181
7.3.2	Cálculo del Calor Aportado por la Materia Prima (BTU/lb).....	181
7.3.2.1	Cálculo del Calor Específico por Encima del Punto de Congelación (C_{p1}).....	185
7.3.2.2	Cálculo del Calor Latente ().....	185
7.3.2.3	Cálculo del Calor Específico por Debajo del Punto de Congelación (C_{p2}).....	186
7.3.3	Cálculo del Tiempo de Congelación (0).....	188
7.3.4	Cálculo de la Carga a Extraer de la Cámara.....	188
7.3.4.1	Calor Aportado por la Materia Prima (kcal/h) (Q_{mp}).....	189
7.3.4.2	Calor Aportado por el Aire (Q_a).....	189

	pág
7.3.4.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_o).....	190
7.3.4.4 Calor Aportado por las Canastas (Q_c).....	190
7.3.4.5 Calor Aportado por el Empaque (Q_e).....	190
7.3.4.6 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa}).....	191
7.3.4.7 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi}).....	193
7.3.4.8 Calor Aportado por el Techo (Q_{te}).....	194
7.3.4.9 Calor Aportado por la Iluminación (Q_i).....	194
7.3.4.10 Calor Aportado por los Motores de los Venti- ladores (Q_m).....	195
7.3.5 Cálculo de la Potencia del Compresor.....	196
7.3.5.1 Cálculo de la Temperatura de Descarga (T_d)..	199
7.3.5.2 Cálculo de h_2	199
7.3.5.3 Cálculo de la Producción Frigorífica Especí- fica (P_{fe}).....	200
7.3.5.4 Cálculo de la Producción Frigorífica Volu- métrica (P_{fv}).....	200
7.3.5.5 Cálculo de Presión Efectiva Media (P_{em}).....	200
7.3.5.6 Cálculo del Volumen Horario (V_h).....	201
7.3.5.7 Cálculo de la Potencia Termodinámica (P_t)...	201
7.3.5.8 Cálculo de la Masa Circulante (M_c).....	201
7.3.5.9 Cálculo de la Potencia Ideal (P_i).....	201
7.3.6 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difu- sor).....	202
 7.4 CALCULO Y DISEÑO DE LA CAMARA DE CONGELACION....	 202
7.4.1 Características de Diseño.....	202
7.4.1.1 Volumen Interno (V_i).....	202
7.4.1.2 Dimensiones Internas.....	203

	pág
7.4.1.3 Dimensiones Externas.....	203
7.4.1.4 Cantidad de Canastas Necesarias para la Estiba.....	204
7.4.2 Cálculo del Calor Aportado por la Materia Prima o Producto (BTU/lb).....	204
7.4.3 Cálculo del Tiempo de Congelación (O).....	204
7.4.4 Cálculo de la Carga a Extraer de la Cámara de Congelación (Q_t).....	205
7.4.4.1 Calor Aportado por el Producto (kcal/h).....	205
7.4.4.2 Calor Aportado por el Aire (Q_a).....	205
7.4.4.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_{op}).....	205
7.4.4.4 Calor Aportado por las Canastas (Q_c).....	205
7.4.4.5 Calor Aportado por el Empaque (Q_e).....	206
7.4.4.6 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa}).....	206
7.4.4.7 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi}).....	206
7.4.4.8 Calor Aportado por el Techo (Q_{te}).....	206
7.4.4.9 Calor Aportado por la Iluminación (Q_i).....	207
7.4.4.10 Calor Aportado por los Motores de los Ventiladores (Q_m).....	207
7.4.5 Cálculo de la Potencia del Compresor.....	208
7.4.5.1 Cálculo de la Temperatura de Descarga (T_d)...	208
7.4.5.2 Cálculo de h_2	208
7.4.5.3 Cálculo de la Producción Frigorífica Específica (P_{fe}).....	209
7.4.5.4 Cálculo de la Producción Volumétrica (P_{fv})...	209
7.4.5.5 Cálculo de la Presión Efectiva Media (P_{em})...	209
7.4.5.6 Cálculo de Volumen Horario (V_h).....	209
7.4.5.7 Cálculo de la Potencia Termodinámica (P_t)....	210
7.4.5.8 Cálculo de la Masa Circulante (M_c).....	210

	pág
7.4.5.9 Cálculo de la Potencia Ideal (P_i).....	210
7.4.6 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difusor)	210
7.5 CALCULO Y DISEÑO DE LA CAMARA DE CONSERVACION.....	211
7.5.1 Características de Diseño.....	211
7.5.1.1 Volumen Interno (V_i).....	211
7.5.1.2 Dimensiones Internas.....	211
7.5.1.3 Dimensiones Externas	211
7.5.2 Cálculo de la Carga a Extraer de la Cámara de Conservación (Q_t).....	211
7.5.2.1 Calor Aportado por el Producto.....	211
7.5.2.2 Calor Aportado por el Aire (A_a).....	212
7.5.2.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_{op}).....	212
7.5.2.4 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa}).....	212
7.5.2.5 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi}).....	212
7.5.2.6 Calor Aportado por el Techo (Q_{te}).....	212
7.5.2.7 Calor Aportado por la Iluminación.....	213
7.5.2.8 Calor Aportado por los Motores de los Ventila- dores (Q_m).....	213
7.5.3 Cálculo de la Potencia del Compresor.....	214
7.5.3.1 Cálculo del Volumen Horario (V_h).....	214
7.5.3.2 Cálculo de la Potencia Termodinámica (P_t).....	215
7.5.3.3 Cálculo de la Masa Circulante (M_c).....	215
7.5.3.4 Cálculo de la Potencia Ideal (P_i).....	215
7.5.4 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difusor)	215
7.6 ADECUACIONES EN LA P.P.P.T.....	215

	pág
7.6.1 Sala de Proceso.....	216
7.6.2 Laboratorio de Control de Calidad.....	217
7.6.3 Almacén.....	217
8. INVERSIONES.....	223
8.1 INVERSIONES FIJAS	
8.1.1 Terreno.....	223
8.1.2 Edificio.....	223
8.1.3 Adecuaciones.....	223
8.1.4 Maquinaria y Equipo.....	223
8.1.5 Equipos y Elementos de Laboratorio.....	225
8.1.6 Muebles y Equipos de Oficina.....	227
8.2 INVERSIONES DIFERIDAS.....	227
8.2.1 Montaje y Puesta en Marcha.....	227
8.2.2 Imprevistos y Varios.....	228
8.3 CAPITAL DE TRABAJO.....	228
8.3.1 Gastos Administrativos (Nómina).....	228
8.3.2 Materiales Directos.....	229
8.3.2.1 Elementos Químicos.....	229
8.3.2.2 Bolsas Plásticas	229
8.3.2.3 Cajas de Cartón Parafinada.....	229
8.3.2.4 Bandejas de Icopor	229
8.3.2.5 Bandas Selladoras.....	229

8.3.3	Materiales Indirectos.....	pág 229
8.3.3.1	Electricidad.....	229
8.3.3.2	Agua.....	230
8.3.3.3	Utiles de Oficina y Papelería.....	230
8.3.3.4	Utiles de Aseo.....	230
9.	EVALUACION ECONOMICA.....	231
9.1	INGRESOS.....	231
9.1.1	Por Concepto de Venta.....	231
9.1.2	Servicios de Congelación y Conservación.....	231
9.1.2.1	Congelación.....	231
9.1.2.2	Conservación.....	232
9.2	EGRESOS.....	232
9.2.1	Gastos Operativos.....	232
9.2.1.1	Costo de Materiales Directos.....	232
9.2.1.2	Costo de Mano de Obra Directa.....	232
9.2.1.3	Costo de Materiales Indirectos.....	233
9.2.1.4	Gastos Administrativos.....	233
9.2.1.4.1	Nómina del Personal Administrativo y de Servicio.....	233
9.2.1.5	Depreciación Económica.....	233
9.3	BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	233
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	235

11. RESUMEN.....	pág 238
SUMMARY.....	240
BIBLIOGRAFIA.....	242
ANEXO.....	249

LISTA DE TABLAS

	pág
TABLA 1. Velocidad de congelación según el tipo de congelación.....	66
TABLA 2. Relación de velocidades del aire sobre la velocidad de congelación de paquetes de 7,5 kg de filete de pescado.....	68
TABLA 3. Datos de diseño para almacenaje de carne.....	69
TABLA 4. Armarios de congelación.....	71
TABLA 5. Forma de preparar la salmuera.....	75
TABLA 6. Determinación práctica del estado de frescura del pescado.....	112
TABLA 7. Formato de control para camarón.....	115
TABLA 8. Datos indicativos sobre consumo de carnes en la ciudad de Santa Marta.....	124
TABLA 9. Estructura de la demanda de productos de la pesca en Santa Marta para el año 1985.....	126
TABLA 10. Precios de las especies comerciales en la P.P.P.T.....	133
TABLA 11. Porcentaje de humedad de pescados y mariscos..	186

	pág
TABLA 12. Promedios mensuales de temperatura y humedad para el año 1934.....	187
TABLA 13. Calor aportado por paredes, piso y techo.....	195
TABLA 14. Calor total a extraer de la cámara existente..	196
TABLA 15. Condiciones de evaluación para compresores de refrigeración.....	198
TABLA 16. Características del R-12 a la presión y temperatura de trabajo.....	199
TABLA 17. Calor total a extraer de la cámara de congelación.....	207
TABLA 18. Características del R-12 a la presión y temperatura de trabajo.....	209
TABLA 19. Calor total a extraer de la cámara de conservación.....	213

LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1. Mapa del área de influencia de Taganga.....	29
FIGURA 2. Curva ideal para el congelado del pescado.....	58
FIGURA 3. Descongelación discontinua en agua.....	82
FIGURA 4. Descongelador continuo de aire forzado.....	84
FIGURA 5. Diagrama del descongelador de resistencia de una sola pieza y descongelador de resistencia eléctrica.....	86
FIGURA 6. Diagrama del descongelador dieléctrico.....	87
FIGURA 7. Estiba a granel.....	105
FIGURA 8. Estiba en cajas.....	107
FIGURA 9. Estiba en estantes y a granel.....	108
FIGURA 10. Célula de Conway.....	117
FIGURA 11. Diagrama de flujo general.....	138
FIGURA 12. Diagrama de flujo para la pesca blanca.....	140
FIGURA 13. Diagrama de flujo para la línea de elasmobranchio en filetes.....	144

	pág
FIGURA 14. Diagrama de operaciones para la línea de elasmobranquio en filetes.....	145
FIGURA 15. Diagrama del proceso de recorrido para la línea de elasmobranquio en filetes.....	146
FIGURA 16. Diagrama de flujo para la línea de pescado en filetes.....	148
FIGURA 17. Diagrama de operaciones para línea de pescado en filetes.....	149
FIGURA 18. Diagrama del proceso de recorrido para la línea de pescado en filetes.....	150
FIGURA 19. Diagrama de flujo para la línea de pescado entero.....	154
FIGURA 20. Diagrama de operaciones para la línea de pescado entero.....	155
FIGURA 21. Diagrama del proceso de recorrido para la línea de pescado entero.....	156
FIGURA 22. Diagrama de flujo para la línea de pescado en rodajas.....	159
FIGURA 23. Diagrama de operaciones para la línea de pescado en rodajas.....	160
FIGURA 24. Diagrama del proceso de recorrido para la línea de pescado en rodajas.....	161
FIGURA 25. Diagrama de flujo para la línea de pulpo y calamar.....	165
FIGURA 26. Diagrama de operaciones para la línea de pulpo y calamar.....	166

	pág
FIGURA 27. Diagrama del proceso de recorrido para la línea de pulpo y calamar.....	167
FIGURA 28. Diagrama de flujo para la pesca de arrastre (camarón).....	171
FIGURA 29. Diagrama de operaciones para la pesca de arrastre (camarón).....	172
FIGURA 30. Diagrama del proceso de recorrido para la pesca de arrastre (camarón).....	173
FIGURA 31. Plano actual parcial de la P.P.P.T.....	182
FIGURA 32. Estibado de las canastas en la cámara existente en la P.P.P.T.....	183
FIGURA 33. Secciones A-A' y B-B'.....	184
FIGURA 34. Línea de frío establecida en la P.P.P.T.....	219
FIGURA 35. Modelo de una cámara modular.....	220
FIGURA 36. Vista frontal de las cámaras modulares.....	221
FIGURA 37. Cámaras modulares de congelación, conservación y pre-frío proyectadas.....	222

1. INTRODUCCION

La Planta Piloto Pesquera de Taganga (P.P.P.T.), nació como una respuesta a la necesidad de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Pesquera de contar con un centro para realizar las prácticas académicas de aquellas asignaturas que definen en gran parte el perfil profesional de la carrera y como tal, les son de suma importancia.

Su construcción se realizó entre 1973 y 1974 en el corregimiento pesquero de Taganga, habiendo sido donado el terreno donde se ubica por la junta de acción comunal de la mencionada población, el cual tiene una extensión de 2.173,11 m². La Planta Piloto no ha cumplido cabalmente la función para la cual fue creada, porque el factor económico y la falta de proyección han contribuido a que ella no desarrolle los planes que impulsaron su creación, ya sea en el plano económico, social o académico.

La P.P.P.T., es una dependencia de la Universidad Tecnológica del Magdalena (U.T.M.), adscrita a la Facultad de Ingeniería Pesquera (F.I.P.) y, sus funciones son :

- a) Realizar programas a nivel de docencia
- b) Realizar actividades investigativas
- c) Desarrollar programas de extensión a la comunidad.

Desafortunadamente, la P.P.P.T., no ha hecho realidad estos objetivos por la asfixia presupuestal a que la somete el Estado que es la misma que sufren Hospitales, Colegios, Institutos, Fundaciones y demás organismos Estatales; ya que el gobierno emprende obras de interés Nacional que, estando aún inconclusas, deja morir lentamente por carencia absoluta de recursos.

Teniendo en cuenta lo anterior y la forma como se ha manejado la Planta, es necesario formular un cambio que tenga que ver con la apropiación de dineros que posibiliten la compra de materiales y equipos para que la Planta Piloto pueda al menos ofrecer una línea de producción aunque se caiga en el problema de la autofinanciación; pero es que no hay otra salida y es apremiante una mayor y mejor utilización de su infraestructura, lo cual retribuirá en una mejor cualificación de los estudiantes, una mejor extensión de servicios a la comunidad y una real producción que conlleve a generar ingresos que cubran parcialmente o en su totalidad - sus gastos de funcionamiento; es por lo que se deben implantar unos cambios que posibiliten el alcance de esos objetivos.

El beneficio del cumplimiento de sus objetivos tiene consecuencias directas en una mejor preparación del estudiante, ya que con un

correcto funcionamiento estarían ligadas las prácticas académicas a un proceso productivo que garantice una formación integral de los egresados.

En lo económico, la inversión necesaria para su despegue será amórtizada por su propia capacidad productora; además, se anulará de una vez por todas la subutilización de la mano de obra existente en la planta.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Cálculo y diseño de la línea de frío en la Planta Piloto Pesquera de Taganga.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Dotar efectivamente a la planta de una infraestructura que posibilite la implantación de la línea de frío para la conservación de los productos pesqueros en las fases de su proceso.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) Señalar las ventajas que trae consigo el montaje de un proceso productivo continuo en la planta, para el aprendizaje del es-

tudiantado.

- b) Retomar y desarrollar los programas de extensión de servicios a la comunidad, enunciados como objetivos en la creación de la Planta Piloto.
- c) Cálculo y diseño de una cámara frigorífica para congelación y otra de almacenamiento de productos pesqueros, modulares.
- d) Acondicionamiento de la sala de procesos para su funcionamiento adecuado.
- e) Selección de equipos complementarios.

*1.3 ANTECEDENTES

La P.P.P.T., cuenta con varias secciones que tienen que ver directamente con la materia prima, ellas son : sala de procesos, cámara de congelación, laboratorio y almacén. Las condiciones en que se encuentran dichas secciones se detallan a continuación :

1.3.1 Sala de Procesos

Esta sección no presenta un ambiente adecuado de trabajo porque no posee un sistema de acondicionamiento de aire que garantice temperatura de confort para los operarios y que a su vez sea una

temperatura adecuada para recibir la materia prima.

Esta sala posee una tina de lavado enchapada en azulejo blanco, que nunca ha sido utilizada para lo que fue construida (para lavar la materia prima y bajar la temperatura de ésta antes de ser sometida a los diversos procesos de conservación), además, esta tina presenta una parte expuesta directamente al sol, lo cual es un factor negativo porque aumenta la temperatura del agua.

También se aprecia que la tina no cuenta con un suministro de agua fría necesaria en muchos casos.

1.3.2 Cámara Frigorífica

Esta fue adjudicada a la firma Ingeniería de Refrigeración industrial Rojas Hnos Ltda. (I.R.I.R.H.) de Bogotá, el día 20 de octubre de 1976, en licitación abierta, por la junta conformada por el rector de la Universidad Tecnológica del Magdalena (U.T.M.), el auditor fiscal de la Auditoría Departamental, el almacenista y el pagador de la U.T.M. Esta junta de compra plantea en el acta del día 20 que : "teniendo en cuenta que las propuestas de todas las licitantes reúnen iguales requisitos técnicos, la junta encuentra como más favorable para la Universidad Tecnológica del Magdalena (U.T.M.), la presentada por la firma I.R.I.R.H., tanto por su precio más bajo como por sus condiciones de pago contra entrega e instalación y garantía por defecto de fabricación y mon-

taje por el término de un año y por la suma de \$ 192.119,40. Sin embargo, no hay concordancia entre el valor de la cotización de I.R.I.R.H., (\$ 187.842,60, agosto 24 de 1976) y el adjudicado por la junta de compra de la U.T.M., ni al del contrato suscrito aparentemente entre ésta y Rojas Hnos., cuyo valor es semejante al anterior.

Las especificaciones del sistema de refrigeración contratado con I.R.I.R.H., son las siguientes :

Tipo : fijo

Dimensiones : $4 \times 2 \times 2 = 16 \text{ m}^3$

Temperatura interior : -10°C a -15°C

Temperatura exterior : 35°C

Funcionamiento : automático

Suministro de aislante : aislante térmico en Fiber glass de 0,15 m de espesor

Suministro de puerta : una puerta debidamente aislada e impermeabilizada, dotada de herrajes para trabajo pesado, cromada y con aditamento de seguridad interna.

Equipo : una unidad condensadora por aire, tipo abierto, con cabezote marca Tecumseh, modelo VFT y motor marca SIEMENS o similar de 3HP, a 220 v, 60 ciclos y 3 fases

Un separador de aceite marca I.R.I.R.H. automático.

Evaporador : un evaporador de aire forzado, modelo EAF de 3 Tr, construido en tubería de cobre y aletas de irradiación en aluminio y dotado de dos motoventiladores General Electric de 1/6 HP.

Accesorios de refrigeración : una válvula de expansión marca FLICA o similar

Un filtro de deshidratación renovable

Un termostato tipo industrial marca Ranco

Un presostato tipo industrial marca Ranco.

Accesorios eléctricos y de instalación : un tablero de control general

Interconexión eléctrica

Ajustes de controles

Deshidratación del sistema

Carga de gas

Puesta en marcha refrigerando correctamente.

Es necesario aclarar que el contrato realizado entre la U.T.M. e I.R.I.R.H., estaba viciado de nulidad, puesto que fue firmado antes de su adjudicación.

En lo que se refiere a las obras civiles de la citada cámara la propuesta presentada por un profesor de Ingeniería Pesquera fue aprobada por el Decano de la misma y el rector de la U.T.M.

Las especificaciones son como siguen :

Detalle	Cantidad
Plaquetas para piso de 0,05 m de espesor	16
Plaquetas para techo de 0,03 m de espesor	16
Viguetas para piso de 2,35 m de longitud	5
Viguetas para techo de 2,35 m de longitud	5
Viguetas para muro de 2,00 m de longitud	18
Muros de 0,15 m de espesor	20,80 m ²
Pañete impermeabilizado	37,80 m ²
Impermeabilizante (Perman Play)	42,00 m ²
Malla metálica	42,00 m ²
Pañete pulido	10,50 m ²
Puntos eléctricos	2 UN

El acta de entrega y recibo de suministro e instalación del cuarto frío para conservación de congelados fue firmada por el técnico de refrigeración de I.R.I.R.H. y el rector de la U.T.M. en el mes de enero de 1977.

1.3.3 Laboratorio

Presenta las mismas condiciones de la sala de procesos, es decir, penetra excesiva radiación a través del techo y paredes ya que dos de éstas están expuestas directamente a la radiación solar.

En lo que respecta al acondicionamiento de aire, es preciso aclarar que los equipos encargados de esta función no tienen la capacidad necesaria para proveer al local de una temperatura de confort.

1.3.4 Almacén

Como este local es una continuidad de la edificación del laboratorio, presenta las mismas condiciones en lo que se refiere a la carga por radiación solar.

No posee ningún equipo de acondicionamiento y su temperatura interior es extremadamente alta (más de 32°C), lo cual incide directamente en la conservación de los materiales, reactivos y otros utensilios que allí se almacenan.

1.4 METODOLOGIA

Este trabajo está orientado a modificar las condiciones actuales de la Planta Piloto Pesquera de Taganga (P.P.P.T.), en las ideales de una planta de procesamiento industrial, de manera que su eficacia en la producción se vea mejorada. .

Se realizó una investigación intensiva y exhaustiva sobre el tema; además, se visitaron empresas pesqueras de la región, las cuales presentan una aceptable tecnología en todo lo que tiene que

ver con equipos de refrigeración para conservación de la materia prima que se procesa en ellas, a fin de recopilar la mayor información posible acerca de las variables de diseño.

También tiene como fuente de información, los datos suministrados por entidades como el INDERENA, la Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga, informe de producción estimada de la embarcación que va adquirir la Universidad Tecnológica del Magdalena (U.T.M.) por intermedio de la P.P.P.T., informe de producción estimada de las embarcaciones (dos) que va adquirir la Cooperativa de Ingenieros Pesqueros y datos obtenidos de trabajos efectuados por docentes de la U.T.M., en cumplimiento de investigaciones relacionadas con el tema.

Una vez recopilada toda la información pertinente, se efectuaron foros abiertos con los asesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Pesquera (F.I.P.), reuniéndose importante y variada información que fue anexada al proyecto final.

Este proyecto espera entregar las recomendaciones más eficientes para el funcionamiento productivo de la P.P.P.T., en lo que tiene que ver con la línea de frío.

2. REVISION DE LITERATURA

El peor enemigo con que hay que luchar en todos los esfuerzos por mantener la frescura del pescado es la infinidad de bacterias que hay en todas partes. Cuando la temperatura y otras condiciones les son favorables, se multiplican con pasmosa rapidez, produciendo enzimas que digieren la materia orgánica y fragmentan las proteínas en sustancias de olores desagradables que hacen que el pescado, como otros alimentos, se tornen no aptos para el consumo (89).

Es inevitable el corte en el vientre del pescado para eviscerarlo, pero es de extrema importancia la forma en que se realice. El corte debe hacerse precisamente hasta el orificio anal para facilitar la eliminación del extremo del intestino con las heces que contenga, los cuales causarían, no sólo mal olor, sino que serían una fuente particularmente abundante de bacterias si se dejasen en el pescado. Por otra parte, si el corte se hace más allá del orificio anal, se abre un acceso directo para que las bacterias puedan penetrar a las partes principales del músculo (89).

Durante el manipuleo de los productos pesqueros, debe evitarse

que los mismos sean sometidos a golpes -en lo que sea posible- con el equipo, el hielo, los pies o entre ellos.

Las pilas de pescado de un metro de altura o más se ven comúnmente en el mundo, tales condiciones no son deseables. Los violentos esparcimientos o caídas desde alturas considerables no son recomendables; se debe tener cuidado para no ocasionar daños en el transporte, ya sea por bombeo, a través de canales de madera o por medios mecánicos (22).

Una clasificación incorrecta del pescado, en especies, tamaño y frescura, a bordo o al ser descargado, puede dar lugar a lotes defectuosos respecto a la calidad, ya que no poseen los requisitos de homogeneidad exigidos, porque es muy común que unas especies transfieran olores y colores indeseables a otras. El amoníaco generado en la alteración de los Elasmobranquios puede contaminar a los peces óseos, si se almacenan conjuntamente (22).

Se ha comprobado que la descomposición del pescado se puede atribuir a dos causas : los procesos de autólisis y la multiplicación de microorganismos.

Las alteraciones que tienen lugar en el pescado al descomponerse -se pueden percibir subjetivamente como resultado de una evaluación organoléptica (73).

La preparación de filetes no es ningún procedimiento que permita mejorar materias primas decaídas.

Los peces deben lavarse a fondo antes de ser fileteados, con el objeto de reducir al mínimo los gérmenes que generalmente sólo se hallan en su superficie. La importancia de ese lavado para su posterior conservación se deduce del hecho que el músculo de los peces marinos frescos está casi libre de gérmenes (60).

El hielo tiene muchas ventajas como medio de refrigeración; su capacidad refrigeradora es considerable para un peso o volumen determinado, es inocuo, portátil y barato. Además se logra rápida refrigeración mediante el contacto íntimo entre el hielo y el pescado, éste se mantiene frío, húmedo y brillante e impide la desecación que con frecuencia acompaña a otros métodos de refrigeración (38).

La conservación de alimentos en general y del pescado en particular, ha desarrollado muchos procedimientos y algunos datan de muchos siglos.

Ovidio, en el siglo primero, informaba que los peces capturados en el hielo, no mueren. Posiblemente se refería a la hibernación de ciertos tipos de peces que, según Zaitser, permanecen a las temperaturas de $0,2^{\circ}\text{C}$ a $0,3^{\circ}\text{C}$ y sus tejidos no se congelan (76).

El empleo del frío natural (bodegas subterráneas, manantiales fríos, hielo, nieve) data de muchos años. Sin embargo, a escala técnica sólo pudo utilizarse el frío después de la invención de las máquinas frigoríficas, en la primera mitad del Siglo XVIII (76).

La relación hielo/pescado en los recipientes utilizados para la distribución debe ser la adecuada para que la temperatura del pescado pueda bajarse rápidamente y pueda mantenerse -durante el transporte- cerca de 0°C. Esta relación tiene que ajustarse teniendo en cuenta la temperatura ambiente imperante y el tipo de envase o recipiente. Además, es conveniente repetir que el hielo debe mezclarse en capas e íntimamente con el pescado y, disponerlo de tal forma que el calor que llegue al recipiente sea absorbido antes que alcance al producto (22).

La calidad del pescado desembarcado depende, según J. Gutschmidt, de la duración y temperatura del almacenamiento y de las condiciones en que se desenvuelve éste, qué altura de las pilas y grado de cobertura con hielo; así como también, de la especie y antecedentes del pescado, forma de comportarse durante la captura y manipulaciones de que ha sido objeto a bordo, donde deben tratarse y conservarse con todo cuidado sin que resulten dañados por compresión, golpes y acciones de otra naturaleza (52).

El mejor procedimiento para prolongar la capacidad de conservación de alimentos de rápida descomposición, manteniendo las propiedades



del producto fresco, es la congelación, que en su forma de congelación rápida se ha extendido cada vez más en muchos campos de la conservación de alimentos, especialmente en productos pesqueros.

La congelación rápida puede definirse como un método de conservación de alimentos mediante el cual éstos pueden ser mantenidos durante meses con alteraciones mínimas de sus propiedades (87).

El mejor procedimiento para obtener pescado congelado de buena calidad estriba en refrigerarlo a bordo lo más rápido posible, para lo cual, los buques pesqueros deben contar con los medios adecuados.

El frío impide el desarrollo y acción de las bacterias porque, para que estos fenómenos tengan lugar, se requiere la presencia de agua y cuando se congela un alimento, el agua se transforma en hielo (60).

El incremento de la producción de alimentos congelados ha traído consigo, paralelamente, un gran aumento en los medios de transporte refrigerado por carretera, que constituyen en la actualidad una importante y especializada rama de la industria productora de alimentos.

El vehículo refrigerado moderno posee una capacidad para más de 20 toneladas de producto congelado y puede mantener una temperatura de -29°C , es decir, un almacén frigorífico móvil. Estos ve-

hículos pueden realizar viajes de varios días de duración, distribuyendo el pescado congelado y otros alimentos en todas partes del país (87).

Al pescado pueden aplicarse los mismos procedimientos de congelación que a otros alimentos. Hoy es lo más común el recurrir a la congelación por corriente de aire y en mayor grado a la congelación por contacto. Tanto la elección del procedimiento como la de los aparatos depende principalmente de que el pescado se congele entero, en filetes o en otra presentación similar (52).

Con el objeto de garantizar la posterior manipulación, en condiciones higiénicas, de los filetes de pescado en su tránsito de pescado hasta el consumidor, cada día se tiende más a empaquetar en bolsas de polietileno que contengan filetes de un peso determinado. Aunque con un empaquetado de este tipo se facilita la manipulación del artículo y se promociona la salida comercial del mismo, el repetido empaquetado en dichas bolsas sólo es recomendable para filetes sometidos a congelación rápida. Si se trata de filetes para enhielar, la salida de agua tisular que él produce y almacena en la bolsa perjudica el estado del paquete.

Cuando un filete se coloca en bolsas y se somete a congelación rápida, ofrece la ventaja de impedir acciones oxidativas evitándose, además, la conocida aparición de quemaduras por congelación (60).

El deterioro del pescado congelado durante su conservación puede ser debido, principalmente, a dos causas : oxidación y desecación. La oxidación tiene lugar por combinación química del oxígeno del aire con los componentes de los tejidos y es más intensa en los pescados grasos. De modo general, puede decirse que el sostenimiento de una temperatura de más o menos de -29°C es el mejor sistema para prevenir los cambios oxidativos (55).

La desecación consiste en la pérdida de agua o deshidratación del pescado congelado, durante su conservación en la cámara frigorífica. Todo el calor que penetra en la cámara debe ser absorbido por el evaporador, por lo que la temperatura de éstos debe ser siempre inferior a la del aire del recinto.

El pescado congelado estará a una temperatura igual o superior a la del aire y como resultado de esta diferencia térmica se produce una circulación constante del aire desde el producto al evaporador, sobre el cual se deposita la humedad en forma de nieve o escarcha. Esta extracción de humedad o desecación del producto se conoce usualmente como quemadura frigorífica. El pescado con estos síntomas presenta una superficie blanquecina, dura y encogida y, cuando el almacenamiento es prolongado, la alteración del interior del músculo ocasiona una falta de elasticidad y se vuelve esponjoso (87).

Entre los métodos que se emplean para prevenir las alteraciones

del pescado congelado en la cámara frigorífica, pueden citarse el glaseado y la envoltura con materiales adecuados.

El glaseado consiste en introducir el pescado en agua inmediatamente después de la congelación, con lo que aquel queda recubierto por una capa fina de hielo. Esta capa puede hacerse más gruesa mediante inmersiones repetidas, protegiendo al producto de la oxidación y desecación (87).

Otra causa de alteración del pescado en la cámara frigorífica es la rotación incorrecta de los stocks. Muchas veces, por comodidad o por otras causas, se saca el pescado que se ha introducido de último, dejando el más viejo, cuando debe ser al revés (87).

El tiempo de congelación para un paquete de alimento determinado puede ser reducido drásticamente instalando ventiladores en la cámara frigorífica. El aire muy frío que se mueve a altas velocidades da como resultado una congelación más rápida (28).

Cuando el calamar o el pulpo son congelados, el primero se torna rojo y el segundo rojo oscuro. La carne de ambas especies se tornan rojas cuando son sometidas a cocción. Para prevenir la decoloración, deben mantenerse a bajas temperaturas todo el tiempo (43).

En langostino congelado la decoloración se acelera por hemólisis

y por acción enzimática. Para prevenir la decoloración, si esto es posible, debe eliminarse la cabeza del langostino al cual el hígado está conectado, luego lavarlo muy bien para eliminar la sangre antes del congelado (43).

La humedad relativa ejerce una fuerte influencia sobre los alimentos almacenados en frío. La pérdida de peso por evaporación disminuye con la humedad relativa creciente del aire en la cámara frigorífica (73).

Para una conservación prolongada del pescado congelado se requiere una temperatura no superior a -18°C y una humedad del aire cerca del 98%. El pescado envasado se dispone compactadamente en estantes, separados 30 cm de las paredes y equipos. Para disminuir la desecación durante la conservación, los estantes se cubren con lonas impermeables. Las normas de colocación de pescado congelado dan una densidad de 300 a 500 kg/m^3 (30).

Resulta, por lo tanto, importante que las plantas de almacenamiento frigorífico, dedicadas al depósito a largo plazo de alimentos marinos congelados, mantengan su ambiente con una humedad relativa del 90% o superior. Todas las evidencias al efecto demuestran claramente que el empleo de bajas temperaturas de depósito y de elevada humedad relativa mantiene de manera notable la calidad de los alimentos marinos congelados, envueltos y sin envolver (84).

La duración aceptable del almacenaje es tanto más larga cuanto más baja sea la temperatura de almacenaje elegida. Pero con la disminución de la temperatura, aumentan el precio de la instalación congeladora y sus gastos de mantenimiento.

Por eso, es de importancia saber qué temperaturas son suficientes para las distintas duraciones de almacenaje (67).

La congelación rápida y el almacenamiento a temperaturas lo más bajas posible, tienen una influencia decisiva para que los pescados conserven su calidad. La pérdida de jugo después de descongelar, que se toma como medida de las modificaciones causadas por la congelación, se puede disminuir en los pescados no grasos mediante una rápida inmersión en disoluciones de cloruro sódico; mientras que en peces grasos, se acelera con esta medida la oxidación de las grasas (enranciamiento) (72).

Puede decirse que todas las especies son en general adecuadas para la congelación. En los pescados grasos es necesario, sin embargo, tomar precauciones especiales para proteger al pescado congelado de oxidaciones por el aire a fin de prevenir el enranciamiento (60).

El alimento congelado, debido a su alto costo, debe ser cuidadosamente embalado con el fin de no perder en el último momento toda calidad preservada durante el procesamiento.

El embalaje en la misma fábrica productora no es sólo deseable para poder ofrecer la mercancía congelada a los consumidores en una forma higiénica y apetitosa y dentro del intervalo de peso prescrito por la ley, sino, que es para muchos productos una condición ineludible para la conservación por congelación (73).

En cuanto a proyección a la comunidad, la Universidad Tecnológica del Magdalena ha hecho avances significativos en el desarrollo pesquero de Taganga, pudiéndose destacar los siguientes :

- Se han realizado cuatro cursos sobre temas de importancia para la comunidad de pescadores, son ellos : cooperativismo, contabilidad, tratamiento de pescado mediante frío abordo y en planta y comercialización de productos pesqueros.
- Profesores de la U.T.M., han asistido a asambleas nacionales de pescadores, foros regionales de pesca y a reuniones con representantes de las instituciones del Estado que tienen que ver con la pesca, como : planeación nacional, Ministerio de Agricultura, etc., producto de estas reuniones, la U.T.M., se convirtió en entidad asesora de la Asociación de Pescadores Artesanales de Colombia (ANPAC).
- Se elaboró un diagnóstico pesquero de Taganga en coordinación con los pescadores de esta zona.
- Se elaboró un plan de desarrollo pesquero para la cooperativa,

el cual se llevó a varias entidades crediticias, que demostraron mucho interés en esta comunidad.

- Se realizaron dos cursos teóricos-prácticos con la colaboración de instructores del SENA, en los que participaron estudiantes y pescadores de la región.

Estos cursos fueron sobre motores Diesel y motores fuera de borda.

- Varios pescadores de la comunidad participaron en un crucero de instrucción dirigido a pescadores y estudiantes de la Facultad de I.P. sobre artes y métodos de pesca, navegación y refrigeración a bordo del buque-escuela "El Aprendiz", de propiedad del SENA.

- Los estudiantes de la comunidad de Taganga son becados por la Universidad Tecnológica del Magdalena mediante convenio realizado entre ésta y la junta de acción comunal en la misma fecha que fue adjudicado el terreno para construir la P.P.P.T.

- La U.T.M., en coordinación con el SENA organizó un curso sobre "mantenimiento y reparación de cuartos fríos" donde participaron profesores de la Universidad, estudiantes, mecánicos del Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR) (23).

Colombia, Ministerio de Salud. En su artículo 20º dice que : en las fábricas de alimentos, se prohíbe :

- a) El almacenamiento de sustancias peligrosas dentro de las secciones de una fábrica de alimentos.
- b) La presencia de animales en las diferentes secciones de la fábrica (21).

Colombia, Ministerio de Salud. En su artículo 28º dice que : los equipos utilizados en las fabricas de alimento cumplirán con los siguientes requisitos sanitarios, mínimos :

- a) Permanecer en buen estado de funcionamiento.
- b) Tener superficies atóxicas, inalterables y lisas.
- c) Estar diseñados de manera que permitan un rápido desmontaje o fácil acceso para su inspección y limpieza.
- d) Mantenerse permanentemente protegidos contra cualquier tipo de contaminación. Para tal efecto, se habilitarán los muebles que sean necesarios en cada sección para guardar las partes del equipo que requieran protección.
- e) Las cubiertas de mesas y mesones serán lisas, con bordes re-

dondeados, de material inalterable, inoxidable; fáciles de asear o remover y rematadas por la cara inferior de la mesa.

f) Las conexiones, y los mecanismos que requieran lubricación, estarán construídas de manera que el lubricante no entre con contacto con alimentos o bebidas ni con la superficie que estén en contacto con éstos (21).

Colombia, Ministerio de Salud. En su artículo 30º dice que : los manipuladores de alimentos deberán poseer un carnet expedido por las autoridades sanitarias del nivel seccional o la autoridad delegada. Esta obligación se hace extensiva a los propietarios o administradores que intervengan directamente en el proceso, cualquiera que sea la actividad desarrollada dentro del mismo (21).

Colombia, Ministerio de Salud. En su artículo 94º dice que : los depósitos de alimentos deberán tener suficiente abastecimiento de agua potable e instalaciones sanitarias adecuadas, convenientemente distribuídas y, cumplir con la reglamentación del título II de la ley 09 de 1979 (21).

Colombia, Ministerio de Salud. En su artículo 96º dice que : los depósitos de alimentos deberán funcionar de acuerdo con los siguientes requisitos :

a) El desagüe de los productos alimenticios deberá realizarse en

condiciones sanitarias que eviten el deterioro y contaminación de los mismos.

b) Las estibas empleadas para almacenar los productos alimenticios, tendrán una altura mínima de 0,15 m.

c) El almacenamiento de los productos alimenticios deberá hacerse en óptimas condiciones sanitarias y de conservación, de acuerdo con las exigencias para cada producto.

Cuando se trate de productos que se conserven empleando bajas temperaturas, se almacenarán teniendo en cuenta las condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire que requiera cada alimento (21).

Se denomina pesca blanca a todo tipo de pesca diferente a la del camarón y que se puede clasificar como : pesca para consumo humano directo y pesca para la industria de la transformación. Los métodos para pesca de consumo humano directo se hacen siempre en embarcaciones pequeñas cuyas artes de pesca son selectivas, lo que evita la captura de especies pequeñas.

Para la industria de la transformación se utiliza la pesca de cerco, palangre (atunero, tiburonero, etc.), etc. (93).

Desde hace siglos, los calamares constituyen una parte importante

en la alimentación de las poblaciones mediterráneas y Orientales. Se les encuentra en todos los mares y océanos y son tan numerosos que se les puede considerar como la mayor fuente de proteínas no explotada del mundo marino. Se estima que en el 90% de los casos las existencias del calamar están subexplotadas. En comparación con los otros productos de la pesca, el calamar es uno de los que presentan la menor cantidad de desechos. En los peces vertebrados, el porcentaje de carne comestible varía de un 20 a un 50% y, para los moluscos y crustáceos comunes, esta proporción es de un 20 a un 40%. En los calamares, la parte comestible (el cuerpo, la cola y los tentáculos) es un 60 a un 80% del peso del animal, de acuerdo con las especies y la talla (37).

El control de calidad de productos de la pesca consiste en todas las medidas tomadas en todos y cada uno de los puntos de proceso, ya sea durante la captura, su proceso en planta, su transporte a los mayoristas y finalmente su expendio al consumidor (71).

Es bien sabido que la temperatura es el factor que más influye en mantener la calidad del pescado. De acuerdo al código de prácticas publicado por la FAO, el pescado del Atlántico Norte se mantendría comestible durante unos 14 días almacenado a 0°C, solo lo sería unos 6 días si se tuviera a 4,4°C y menos de 3 días a 10°C, de ahí la gran importancia de enfriar correctamente lo antes posible al pescado y mantener con el mínimo de variaciones la temperatura (42).

El proceso de productos pesqueros entre la captura y la entrega al procesador es determinante para la calidad del producto final; y es probablemente durante esta fase donde el control de calidad tiene su máxima efectividad. Los adelantos tecnológicos alcanzados últimamente en los sistemas de enfriamiento han permitido disminuir los riesgos (71).

En planta, al proceso debe sumarse además de una correcta aplicación de temperaturas bajas el buen estado sanitario y las buenas prácticas en la operación para conseguir una buena calidad (71).

Durante el almacenamiento, en el transporte y en la distribución, el deterioro del producto es factible; por lo general, las dos últimas etapas, o sea, la de transporte y distribución se encuentran fuera del control del procesador, pero cualquier daño, por pérdida de la calidad del producto repercutirá notablemente en el buen nombre de la marca y por tanto del procesador (71).

3. ANALISIS DE LOCALIZACION DE LA PLANTA PILOTO PESQUERA DE TAGANGA

La Planta Piloto Pesquera de Taganga se encuentra ubicada en Taganga, pueblo pesquero por tradición y a la orilla del mar Caribe, en una enseada que lleva su nombre.

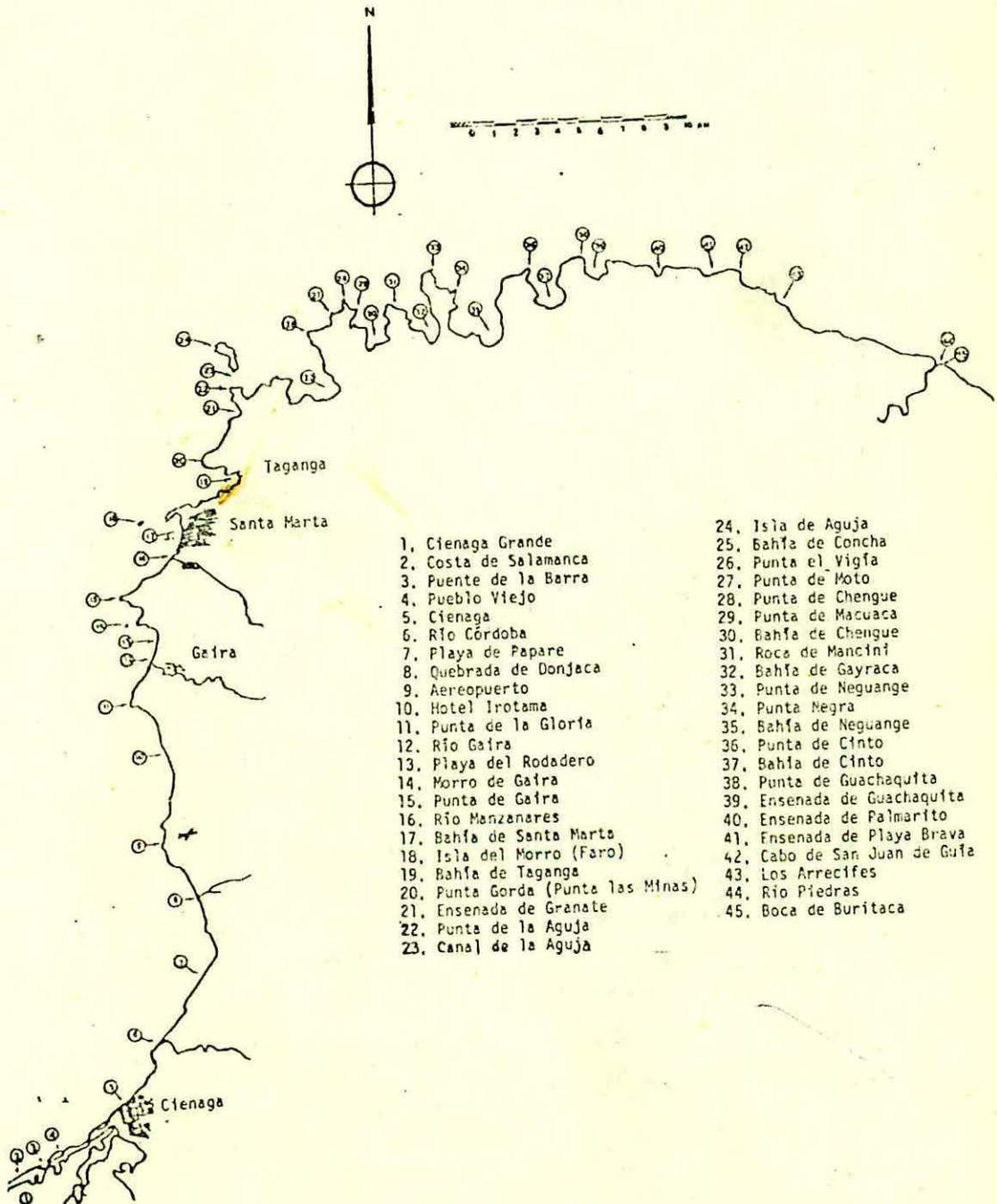
El Corregimiento de Taganga pertenece políticamente al Municipio de Santa Marta; ubicado en una de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre las coordenadas $11^{\circ} 5'$ latitud norte y $79^{\circ} 12'$ longitud oeste y separado de la capital del Departamento del Magdalena por 3,5 km, aproximadamente.

3.1 AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del corregimiento de Taganga es la Costa del Mar Caribe, comprende : la bahía de Taganga, Ancones de Enemaca, la Cueva, Granate, la Aguja, Bahía Concha, Chengue, Gayraca, Neguanje, Cinto y, desde Buritaca en los límites del Magdalena y la Guajira hasta Mayaco en la Guajira (Ver Figura 1).

3.2 ASPECTOS DEMOGRAFICOS

FIGURA 1. Mapa del área de influencia de Taganga



Fuente : Agustín Codazzi, Santa Marta.



De acuerdo con un reciente censo realizado por un grupo de estudiantes de esta comunidad, cuenta Taganga con una población de 2.630 personas distribuidas entre 370 familias, de las cuales 260 derivan su sustento directamente de la actividad pesquera, 67 combinan la actividad pesquera con otras actividades tales como el comercio, empleos públicos, etc.

Las 43 familias restantes derivan el sustento de actividades diferentes a la pesca. Es oportuno aclarar que el término familia, en dicho censo está referido a la unión padres-hijos, exclusivamente.⁺

3.3 POBLACION PESQUERA

El número de pescadores de Taganga es de aproximadamente 350, los cuales están clasificados en dos categorías: los permanentes y los ocasionales. Los primeros representan entre el 70% y el 80% del total y son aquellos que derivan su sustento únicamente de la pesca. Los ocasionales, alternan la actividad pesquera con otras labores que ya han sido descritas.

3.4 TENDENCIA OCUPACIONAL

En estas comunidades artesanales, que brindan alguna posibilidad

+ . Plan de Desarrollo Pesquero de la Comunidad de Taganga (Cooperativa Integral de pescadores de Taganga)

NO ES ANGA
YA ESTÁ HECHA

de dedicarse a actividades distintas y aparentemente más productivas que las tradicionales-en este caso la pesca-y en donde la cercanía a Santa Marta ofrece dichas posibilidades, existe una tendencia por parte de las nuevas generaciones a inclinarse por labores como el comercio, el empleo asalariado, el estudio, etc; entre otras razones porque tradicionalmente dicha actividad ha estado constantemente marginada de las políticas de desarrollo diseñadas por el Estado y como tal, no ofrecen incentivos o estímulos de alguna importancia a aquellos pescadores en potencia, quienes lógicamente no ven un porvenir promisorio en dicha actividad.

3.5 CLIMATOLOGIA

El clima del área es generalmente cálido y seco. Presenta un promedio anual de temperatura de $27,55^{\circ}\text{C}$ y una precipitación mensual promedio de 48,16 m m.

Al año se presentan dos períodos :

- a) Seco (Diciembre - Junio)
- b) Menos seco (Junio - Noviembre)

Según el sistema de clasificación de climas, el del corregimiento de Taganga está entre estepario-tropical, tropical-húmedo y seco con lluvias cenitales.[†]

†. Calendario meteorológico, HIMAT, 1984

No LA HABAN
VA ESTAR EN LA

3.6 TOPOGRAFIA

La topografía que presenta es: de pie de monte, 50 - 70% de pendiente, zona aluvial; parte baja, de textura gruesa, material parental conformado por rocas ígneas, graníticas y basálticas; intrusivas de material metamórfico y sedimentario.

3.7 SERVICIOS PUBLICOS

Posee los siguientes servicios :

3.7.1 Recursos de Agua

Cuenta con fluido que viene desde Santa Marta y que es obtenido por medio de pozos artesianos y bombeado posteriormente a la población. Es deficiente; porque no alcanza a cubrir toda la demanda.

3.7.2 Energía Eléctrica

Presenta una red eléctrica monofásica instalada por la Electrificadora del Magdalena S.A. Esta Empresa ya ha adelantado instalaciones de 220 voltios (red bifásica).

3.7.3 Servicio Bancario

No hay establecidas agencias bancarias, dicho servicio se lo pres-

ta Santa Marta.

3.7.4 Servicio Hospitalario

No cuenta con hospital, pero tiene Puesto de Salud para situaciones de emergencia y con asistencia médica regular. Para casos que requieran hospitalización es necesario el traslado a la ciudad de Santa Marta.

3.7.5 Servicio de Alcantarillado

La población no cuenta con este servicio, utilizando ante su carencia pozas sépticas.

3.7.6 Servicio de Transporte

Presenta un servicio de transporte urbano, el cual es prestado en forma regular.

3.8 VIAS DE ACCESO

La población posee en la actualidad dos vías de acceso :

3.8.1 Vía Terrestre

La vía terrestre que comunica a Taganga con Santa Marta es la úni-

ca y por lo tanto, la más importante para esta región, ya que permite el rápido desembotellamiento de dicha zona.

3.8.2 Vía Marítima

Tiene potencialmente comunicación con cualquier puerto Nacional e Internacional.

4. IMPORTANCIA DEL FRIO EN LA CONSERVACION DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS

Dado el rápido crecimiento de la población mundial, no sólo debe perseguirse -por irrigación- la transformación de las zonas desérticas en tierras fértiles, el mejor aprovechamiento de las riquezas de los mares, la cualificación de las técnicas agrícolas; sino que también se necesita proteger -de la descomposición- los alimentos producidos, conservando su sabor y valor alimenticios.

Debido a las diferencias climáticas y a la densidad de población, hay zonas en donde se consumen preferencialmente determinados alimentos, aunque no se produzcan allí, por lo que la industria alimenticia debe asegurar que aún los alimentos altamente perecederos puedan transportarse a grandes distancias sin que éstos disminuyan en su calidad.

Ahora bien, los productos pesqueros se consumen algunas veces en el momento mismo de su captura y en otros casos, se necesitan plazos más o menos amplios para que lleguen hasta el consumidor final; luego entonces, es necesario mantenerlos en óptimas condiciones de conservación, tratando de reducir al máximo la actividad

de los agentes de alteración.

A diferencia de otros procedimientos de conservación, el frío es el único medio capaz de lograr que el sabor natural, el olor y el aspecto de los productos pesqueros apenas se diferencien de su estado fresco; además, los productos pesqueros conservados en frío pueden mantenerse durante meses con variaciones mínimas de alteración.

4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA CONSERVACION DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS

La descomposición de los productos pesqueros es causada principalmente por las bacterias. Una manera de retardar esa descomposición es disminuyendo la temperatura hasta un nivel en que las bacterias no crecen o lo hacen muy lentamente, o bien, aplicar preservativos químicos que las destruyan o retarden su crecimiento sin causar efectos considerables en el músculo del producto. Por lo tanto, es muy importante distinguir entre congelación y refrigeración, esto es con y sin formación de cristales de hielo en los tejidos, lo cual se detalla posteriormente.

Si se dejase el producto pesquero a la temperatura ambiente, el número de bacterias presentes en la piel y en el músculo se duplicarían cada media hora, de tal suerte que las mismas se convertirían en varios millones al cabo de un tiempo, siendo mayor el aumento si el producto se encontrare bajo la incidencia solar.

Un producto fresco que se mantenga a una temperatura entre 15 y 20°C, se vuelve no apto para el consumo humano al cabo de unas horas; mientras que si ese mismo producto se conserva en condiciones adecuadas, mediante refrigeración, puede ser aceptable al cabo de dos semanas.

4.2 TIPOS DE ALTERACION DEL PESCADO

4.2.1 Alteración Microbiana

Los productos pesqueros están inmersos en un mundo de microorganismos que coexisten con ellos, cualitativa y cuantitativamente, en equilibrio biológico y su permanencia puede ser continua o pasajera. Se producen variaciones según sea la especie del pez, el habitat, zona de captura, estación del año, fase del ciclo reproductor, etc.

El interior del cuerpo está libre de gérmenes, por lo que no se comprueba la presencia de microorganismos en la carne fresca de pescado obtenido con todo cuidado. Los microorganismos llegan a los tejidos, luego de la muerte, se propagan por ellos y se multiplican. Estos microorganismos provienen, originalmente del medio circunte, de la piel, de las branquias o del contenido intestinal de los mismos peces que se encuentran ya afectados desde antes, especialmente por Pseudomonas, Acromobacter, Fosfobacterias, Flavobacterias, aerobios y anaerobios esporulados, levaduras y

hongos de distintos tipos. También, los agentes microbianos toman contacto con el producto de una manera secundaria, cuando todavía está a bordo, durante el transporte, durante el procesamiento, en los cuales intervienen entre otros, enterobacterias, bacilos, micrococos, levaduras y hongos.

Durante el Rigor Mortis, existe poco cambio en el número de bacterias presentes, sigue un período de crecimiento gradualmente acelerado que va asociado a cambios organolépticos del producto y se caracteriza por pérdida del aroma específico del pescado fresco; a continuación, la población microbiana entra en una fase de crecimiento más o menos exponencial, se producen sustancias como Trimetilamina y otras bases afines que son indicadores de alteración, sigue un período de crecimiento terminal más o menos estacionario, este es el período de máxima actividad alterante, terminando cuando está próximo a la putrefacción.

La contaminación bacteriana del pescado es inevitable, sin embargo, se reduce la intensidad manipulando el producto correctamente, aplicando las normas de higiene y se puede limitar la multiplicación de las bacterias, mediante refrigeración, congelación y transformación del pescado.

4.2.2 Alteración Enzimática

Las enzimas son proteínas de tipo globular; la estabilidad de las

proteínas -enzimas es muy variable, las proteínas son sustancias anfóteras que poseen propiedades ácidas y básicas, actúan sobre el pH del medio y, como los ácidos débiles y bases débiles, poseen acción tampón de gran importancia fisiológica. Las enzimas son sensibles a la concentración de iones hidrógenos y en general, sólo son activas dentro de rangos de pH óptimos; pueden variar por presencia de otras sustancias (sales tampones), en la solución; la mayoría de las enzimas intracelulares tienen un máximo de eficiencia en el área de neutralidad, algunas enzimas extracelulares, especialmente las relacionadas con procesos digestivos, tienen un pH óptimo que varía entre límites más amplios. Las enzimas musculares, originarias de peces, disponen de una actividad degradadora o desdobladora más elevada, esto queda de manifiesto por la más rápida desaparición del ADENOSINA TRIFOSFATO (ATP) y del glucógeno, después de la muerte.

Después de morir el pez, falla la regulación coordinadora del metabolismo tisular. lo que se traduce en desmoronamiento del potencial de la superficie limitante, así como de la permeabilidad de las membranas nucleares y protoplasmática que durante la vida desarrollan una eficaz labor selectiva; de este modo, las enzimas alcanzarán lugares a los que no pudieron llegar durante la vida del pez, las enzimas gozan de la ventaja de que no entran rápidamente en degradación, así pues, desarrollan su actividad de putrefacción destructora sobre el organismo.

4.2.3 Alteración Química

4.2.3.1 Características Químicas del Músculo del Pescado

El músculo del pescado se compone esencialmente de proteínas del tipo globulina y albúmina (actomiosina, miógeno, mialbúmina y globulina). Los órganos internos, y en menor escala los músculos, contienen todas las vitaminas del complejo B, los tejidos musculares del pescado, excluyendo el material lipoidal, contienen aproximadamente 80% de agua (el contenido de agua de los tejidos del pescado es generalmente de 5 a 15% más elevado que el tejido de los mamíferos, esto explica por qué la estructura coloidal de la proteína muscular del pescado es más fofa y plástica que en los mamíferos) y compuestos nitrogenados solubles, aminoácidos libres, carnosina, anserina, creatina y óxido de Trimetilamina y en los peces elasmobranquios, cantidades considerables de úrea; estas características hacen que los tejidos musculares del pescado proporcionen un sustrato nitrogenado ideal para el crecimiento y desarrollo de todo tipo de microorganismos, en especial de aquellos que tengan propiedades putrefactivas y proteolíticas.

4.2.3.2 Cambios Químicos

Las fuentes de energía en los productos pesqueros son los fosfatos y el glucógeno que suministran energía para llevar a efecto la contracción muscular en el ser vivo, su contenido en el músculo

lo es decisivo para el comienzo y la terminación de la rigidez cadavérica; inmediatamente después de la muerte, el ATP (Acido Adenosina Trifosfato) pasa por desfosforilización a ADP (Acido Adenosina Difosfórico) con liberación de energía, parte del ADP resultante se resintetiza de nuevo y pasa a ATP merced a la glucólisis del glucógeno presente en el músculo, el resto de ADP en virtud de nueva desfosforilización se convierte en AMP (Acido Adenosin Monofosfórico), por consiguiente, después de la muerte disminuye cada vez más el contenido de ATP al proseguir la desfosforilización y el glucógeno, mediante la glucólisis anaeróbica, se transforma en ácido láctico que se acumula en el músculo y modifica el pH. El contenido de ATP del músculo, después de la muerte o en el mismo momento de producirse, es de mucha importancia desde el punto de vista de la evolución de sus propiedades físicas.

El ATP combinado con la fracción proteica muscular (Miosina) confiere una propiedad blanda y elástica, luego, al disminuir la cantidad de ATP no llega suficiente cantidad a la Miosina, la cual - libre por tal causa - se combina ahora con una segunda fracción muscular (La actina) resultando de esta combinación la Actomiosina, que concede al músculo consistencia rígida elástica, circunstancia que se manifiesta al exterior en forma de rigidez cadavérica. La Actomiosina se degrada por un proceso enzimático y el músculo recobra nuevamente su estado de relajación. El momento del inicio de la rigidez cadavérica depende de las cantidades de fosfato rico en energía y de glucógeno existente en el pescado en el mo-

mento de la muerte.

En la práctica, se deben aplicar métodos de captura y de sacrificio que aseguren concentraciones máximas de ATP y de glucógeno, con lo que se retarda el comienzo del Rigor Mortis y se retarda el inicio de los procesos proteolíticos y microbianos que generalmente sólo se desarrollan una vez finalizada la rigidez cadavérica.

4.3 NECESIDAD DE FRIO

Actualmente, al consumidor moderno ya no le satisface solamente un producto sano, sino que en su aceptabilidad entran en juego conceptos como el mantenimiento de sabores y olores delicados y de texturas satisfactorias.

Respecto a los sabores del pescado, se tienen que adquirir conocimientos completos de su naturaleza química, así como también de los agentes y condiciones que favorecen su generación para poderlos sustituir o reforzar en el almacenamiento.

Los centros de producción pesquera de la zona de Santa Marta no cuentan con cámaras de refrigeración o congelación - a excepción de Taganga - para la conservación de los productos que allí se extraen, presentándose desde un principio una disminución de la calidad en lo referente a la frescura del producto, el cual de-

morará cierto tiempo en llegar a manos del consumidor final.

La utilización del frío supone que se tienen en cuenta tres principios esenciales para una buena conservación:

a) El producto debe ser sano : el frío no puede devolver a un producto las cualidades que ha perdido ya, él sólo conserva la calidad que el producto presente y puede enmascarar productos deteriorados por cierto tiempo, después del cual, éstos presentan todas las características conocidas de descomposición.

b) La refrigeración tiene que ser rápida : el lapso entre la captura y la conservación del producto debe ser lo más corto posible, porque éste es uno de los factores fundamentales en la descomposición o preservación de la materia prima.

c) La cadena debe ser continua : si es necesario mantener conservado el producto mediante el uso del frío y que presente cualidades organolépticas óptimas; este proceso es inútil, si :

- Después de su captura, el producto no es mantenido en condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

- Después de un almacenamiento a plazo más o menos largo, el transporte del producto no se efectúa de acuerdo con las normas que tienen que ver con : temperatura, humedad, protección contra golpes,

embalaje, etc.

- Luego del transporte al centro de consumo, el producto no es manipulado adecuadamente hasta su distribución.

- Luego de ser comprado por el consumidor, éste olvida todo el proceso realizado para ofrecerle un producto de buena calidad.

La comercialización de los alimentos perecederos y principalmente el camarón y el pescado, debido a su rápido deterioro o descomposición causado por los diversos factores físico-químicos, biológicos y bacteriológicos que en ellos intervienen, requiere del empleo de algunos de los métodos de conservación conocidos dentro de los cuales, el uso del frío es uno de los más importantes por su eficiencia como por los costos y demás ventajas ofrecidas.

La carencia de una cadena de frío en los centros productores y el solo empleo de medios de conservación tradicionales -que no garantizan la preservación de la calidad inicial de los productos almacenados- traen consigo una pérdida considerable de la calidad del producto, cosa que podría evitarse implementando completamente una cadena de frío ágil y funcional.

4.4 MODALIDADES DE FRIO

4.4.1 Refrigeración

Para poderse limitar de momento a la conservación de productos pesqueros por refrigeración hasta cerca de su punto de congelación (entre 0°C y -4°C) es preciso presentar las alternativas más difundidas. Estas alternativas son :

- Refrigeración por hielo
- Refrigeración por salmuera
- Refrigeración en cámaras

4.4.1.1 Refrigeración por Hielo

El hielo se utiliza como medida preventiva en la conservación del pescado cuando éste, debido a los trastornos causados por la falta de una infraestructura adecuada para su comercialización, debe ser almacenado durante un tiempo relativamente corto.

Con el empleo de hielo se busca, fundamentalmente, bajar la temperatura del producto hasta 0°C , tratando de inhibir cierta clase de microorganismos que, a la temperatura ambiente, son los responsables de la descomposición del pescado.

El tiempo máximo de conservación de productos pesqueros mediante el empleo de hielo va de acuerdo a ciertos factores :

- La temperatura inicial del producto
- El grosor del producto

- El grado de alteración
- La calidad del producto
- La temperatura de refrigeración
- La relación hielo /pescado
- El grado de desmenuzamiento del hielo

Está demostrado que a temperatura más baja mayor período de almacenamiento, ya que al ir aumentando gradualmente la temperatura del producto, irá disminuyendo la calidad del mismo.

El uso incorrecto del hielo trae consigo resultados desastrosos por la mala transferencia de calor a través del músculo del pescado (baja conductividad) y por las sustancias aislantes que intervienen durante el almacenamiento.

4.4.1.1.1 Característica del Hielo

El hielo empleado en la refrigeración del pescado debe ser fabricado con agua limpia y exenta al máximo de cualquier tipo de microorganismos para evitar que el producto sufra alguna contaminación al entrar en contacto con él.

El hielo tiene un peso específico de 910 kg/m^3 , un calor latente de fusión de $80,0 \text{ Kcal/kg}$, un calor específico de $0,50 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$ y un índice de conductividad de $1,91 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$; todo a 0°C , que es su punto de fusión a $1,0$ atmósfera de presión.

4.4.1.1.2 Ventajas del Uso del Hielo

El hielo como medio de refrigeración del pescado, tiene muchas ventajas :

- Su capacidad de refrigeración es considerable para un peso o volumen considerado
- Es inócuo
- Portátil
- Barato
- Es valioso para la refrigeración del pescado ya que se logra hacerlo rápidamente mediante el contacto íntimo entre éste y los trocitos de hielo.
- Mantiene al pescado frío, húmedo, brillante e impide la desecación que con frecuencia se presenta en estos métodos de conservación por frío.
- Es su propio termostato

4.4.1.1.3 Desventajas del Uso del Hielo

El deterioro del pescado plantea un problema especial por lo que el enfriamiento con hielo, tan satisfactorio para retardar la proliferación de microorganismos mesófilos en la carne de animales de sangre caliente, no es del todo satisfactorio para inhibir la proliferación de los microorganismos Psicrófilos que efectúan la descomposición de animales de sangre fría.

Otras desventajas son :

- Enfriamiento y fractura de la carne
- Disminución del sabor original del pescado, de los minerales deseables y de las proteínas solubles
- El efecto lixiviante, cuando el hielo se está fundiendo.

4.4.1.1.4 Clases de Hielo

Existen tres clases, a saber : hielo natural, hielo de agua dulce y el hielo de agua de mar.

a) Hielo natural : algunas industrias emplean, a bordo de sus embarcaciones pesqueras, el hielo natural procedente del polo y zonas polares, ya que ofrece grandes ventajas microbiológicas y económicas, pero es iluso tratar de obtenerlo en nuestro medio.

b) Hielo de agua dulce : debe cumplir los mismos requisitos que el agua potable. Dentro de ciertos límites, las dimensiones de las partículas de hielo influyen poco en la velocidad a que se funde o a la cual enfría el pescado. El hielo de bloque, finamente triturado, no se funde más rápido que el mismo hielo en trozos más gruesos si es pequeña la diferencia en las dimensiones de las partículas.

El hielo fabricado de agua dura tiene las mismas propiedades refri-

gerantes que el fabricado con agua blanda aunque las partículas del primero tienden, a veces, a adherirse mejor durante la fusión.

c) Hielo de agua de mar : existen diferencias de criterio sobre la eficacia de esta clase de hielo con respecto al de agua dulce.

De acuerdo con la fabricación, esta clase de hielo puede ser menos homogénea que la de agua dulce cuando está recién fabricado y la salmuera se desprenderá durante el almacenamiento, de modo tal que no tendrá un punto de fusión exacto; por esta razón, el pescado almacenado así puede estar, en ocasiones, a temperatura demasiado baja y congelarse parcialmente o, incluso, puede absorber parte de la sal. Cuando el agua de mar se congela lentamente se forman en primera instancia cristales de hielo de agua pura y no se congelará toda la masa de agua hasta que la temperatura no haya descendido a -22°C , que es su Punto Eutéctico. Si la congelación es más rápida, los cristales de hielo contendrán sal desde el primer momento, pero ésta se desplazará hacia la superficie externa y se disolverá durante el almacenamiento. Como los cristales son de agua pura, quiere decir que a medida que desciende la temperatura aumentará la concentración de sal, por lo que le da propiedades diferentes a los del hielo de agua dulce.

4.4.1.1.5 Tipos de Hielo

Dentro de los diferentes tipos de fabricación de hielo, sea de agua

dulce o marina, se tiene :

a) En bloque : en la fábrica tradicional, los bloques se hacen en moldes que se colocan en un depósito en el que circula salmuera de cloruro sódico o calcio. Las dimensiones del molde y la temperatura de la salmuera se relacionan de tal modo que la congelación dure entre 8 y 22 horas, ya que una congelación muy rápida ofrece un hielo quebradizo en exceso.

Este tipo de hielo es el que utilizan las embarcaciones pesqueras de las zonas aledañas a Taganga y a Santa Marta, ya que no se consigue otro tipo de producto. Este tipo de hielo es el que da origen al llamado "Hielo picado", que es el mismo que utilizan los pescadores e intermediarios para refrigerar a bordo y/o en tierra el producto obtenido de la pesca o de la compra.

b) En escamas : es una capa delgada de hielo de 2 a 3 mm de espesor que se forma en la superficie de un cilindro enfriado y se obtiene hielo en forma de escamas subenfriadas secas, de 100 a 1.000 mm² de superficie de contacto.

En la capacidad de la máquina productora de este tipo de hielo influyen factores como la temperatura del agua conque se va a fabricar la escama, por lo que las condiciones óptimas de funcionamiento dependerán de las condiciones locales y del espesor de hielo que se desee.

Este tipo de hielo es el que utilizan las empresas pesqueras como Pestolú, Vikingos S.A., Océanos S.A.

c) En tubos : se fabrica en la superficie interior de tubos verticales y se presenta en forma de cilindros pequeños huecos de 50 x 50 mm y un espesor de pared de 10 - 12 mm.

Como los tubos son demasiados grandes, no sirven para emplearlos en el pescado y deben triturarse antes de su empleo.

4.4.1.1.6 Variedades de Hielo

Dentro de las variedades de agua dulce, existen :

a) Hielo opaco : elaborado con agua potable que no recibe mayor tratamiento.

Es de un color blanco lechoso debido a las partículas de aire atrapadas en la masa de agua congelada.

El contenido salino del agua está regularmente en toda la masa. Cuando está troceado, se preserva con dificultad en el depósito, pues sus trozos se unen con fuerza por la estructura rugosa de la fractura.

Debido al % de aire, este hielo es más liviano que las otras varie-

dades.

b) Hielo Claro : es preparado con agua no muy dura, que no sufre un tratamiento, sino que está moviéndose durante su congelación.

Las partículas de aire escapan, mientras que las de sal no tienen oportunidad de ser atrapadas por el hielo.

c) Hielo cristalino : se fabrica con agua destilada completamente libre de aire. Este hielo es estéril y no contiene ninguna sal natural; es totalmente claro, aún en el centro.

4.4.1.2 Refrigeración por Salmuera (Inmersión)

Este método se caracteriza principalmente porque el producto entra en contacto directo con el medio refrigerante. Las salmueras refrigeradas se utilizan para tener un medio refrigerante de temperatura inferior a la temperatura de congelación del agua.

En realidad, este método ha perdido vigencia aunque resulta ventajoso para la conservación de ciertas especies como el camarón, por ejemplo.

La salmuera más adecuada, según Plank, es una solución de cloruro de sodio (NaCl) al 20% que se refrigera a -1°C . Una vez terminada la refrigeración, se lavan los peces y el camarón con agua dulce,

lo más fría posible, para eliminar la salmuera adherida.

Según el método de Bellefón-Folliot, los peces se colocan en cajas planas de hojalata de 50 kg de capacidad y se cierran herméticamente. Varias de estas cajas se colocan superpuestas en estantes, dentro de la bodega, donde se dejan hasta la descarga en el muelle.

En la bodega de carga se evapora salmuera fría - a -3°C - por medio de inyectores y, al gotear ésta lentamente por las cajas, refrigera su contenido hasta -1°C más o menos. La salmuera se recoge en el piso de la bodega, de donde se envía hasta el evaporador del equipo frigorífico.

La ventaja de este método reside en evitar el contacto directo de la pesca con la salmuera, con el hielo y con el aire, protegiéndola de este modo de la Lixiviación, del oxígeno del aire y de la evaporación.

4.4.1.3 Refrigeración en Cámaras

La conservación de alimentos perecederos por refrigeración en cámaras se efectúa a temperaturas bajas con el fin de eliminar o retardar la actividad de los agentes que producen su descomposición.

Aunque la acción de las temperaturas de refrigeración no es tan efectiva como las de congelación, la conservación a dichas tempe-

raturas reduce bastante bien la actividad tanto de las enzimas como de los microorganismos, proporcionando por lo tanto un medio práctico de conservación de alimentos en su estado fresco original y por períodos variables de tiempo.

El grado necesario de temperatura de conservación de productos pesqueros varía de acuerdo con el tipo de producto almacenado y con el período de tiempo que debe permanecer refrigerado.

La refrigeración en cámaras consiste en someter el producto a la acción de un ambiente acondicionado en temperatura y humedad relativa determinadas en el cual el aire es movido mediante ventiladores y distribuido así por toda la cámara, pasando por el producto.

La refrigeración por cámaras no aporta ninguna modificación al producto, el cual conserva su aspecto exterior, color, sabor y textura.

4.4.1.3.1 Cambios en el Producto Durante la Refrigeración

Como ya se dijo, la temperatura es uno de los factores determinantes del grado de inhibición del crecimiento bacteriano, mucho más efectivo todavía si al mismo tiempo se efectúa una disminución de la humedad.

Durante la refrigeración se producen cambios físicos y químicos en el músculo del producto pesquero.

Los cambios físicos se manifiestan con la solidez creciente de los tejidos, mayor viscosidad de los fluidos celulares y sangre, así como una pérdida de peso; ésta depende de las propiedades del producto, del medio refrigerante y las condiciones de refrigeración.

Cuanta más agua tenga el pescado, más humedad va a evaporar : el pescado magro pierde más peso que el graso, ya que éste presenta una capa de grasa subcutánea que lo protege de la deshidratación. A mayor tamaño del ejemplar, mayor porcentaje de sustancia seca y mayor superficie de evaporación.

El medio influye así; a temperatura más baja, mayor humedad y mayor velocidad del aire, mayor será también la desecación.

Los cambios químicos se relacionan con los que se producen Post Mortem, por lo cual disminuye el pH, el tejido entra en Rigor Mortis y se produce la coagulación de las proteínas plasmomusculares.

En el presente trabajo, la conservación está encaminada hacia la congelación y el almacenamiento en congelación como partes fundamentales de la línea de frío a implantarse en la P.P.P.T; por lo cual no se trata este tema - refrigeración en cámaras - con la

profundidad que requiere.

4.4.2 Congelación ✓

Como método de conservación, la congelación comienza donde la refrigeración termina.

La intención de congelar un producto pesquero, ya sea fresco o procesado, es obtener un artículo que pueda ser almacenado por algunos meses resultando después un producto que al descongelarlo conserve sus propiedades de "apto para consumo".

Las ventajas potenciales de la congelación sobre los métodos tradicionales de preservación, tales como : salado, ahumado y secado, son muy grandes, porque la materia prima casi no cambia con el proceso y al ser descongelada es virtualmente difícil de distinguir de la materia prima conservada en hielo.

4.4.2.1 Cambios Internos que Sufren los Productos Pesqueros al Ser Congelados

El contenido de agua en la carne de los productos pesqueros está entre 60% y 80% y esto es, según la especie. Durante la congelación se producen una serie de cambios indeseables en las proteínas y grasas y lo esencial es lograr que estos cambios sean mínimos utilizando una buena técnica de congelación.

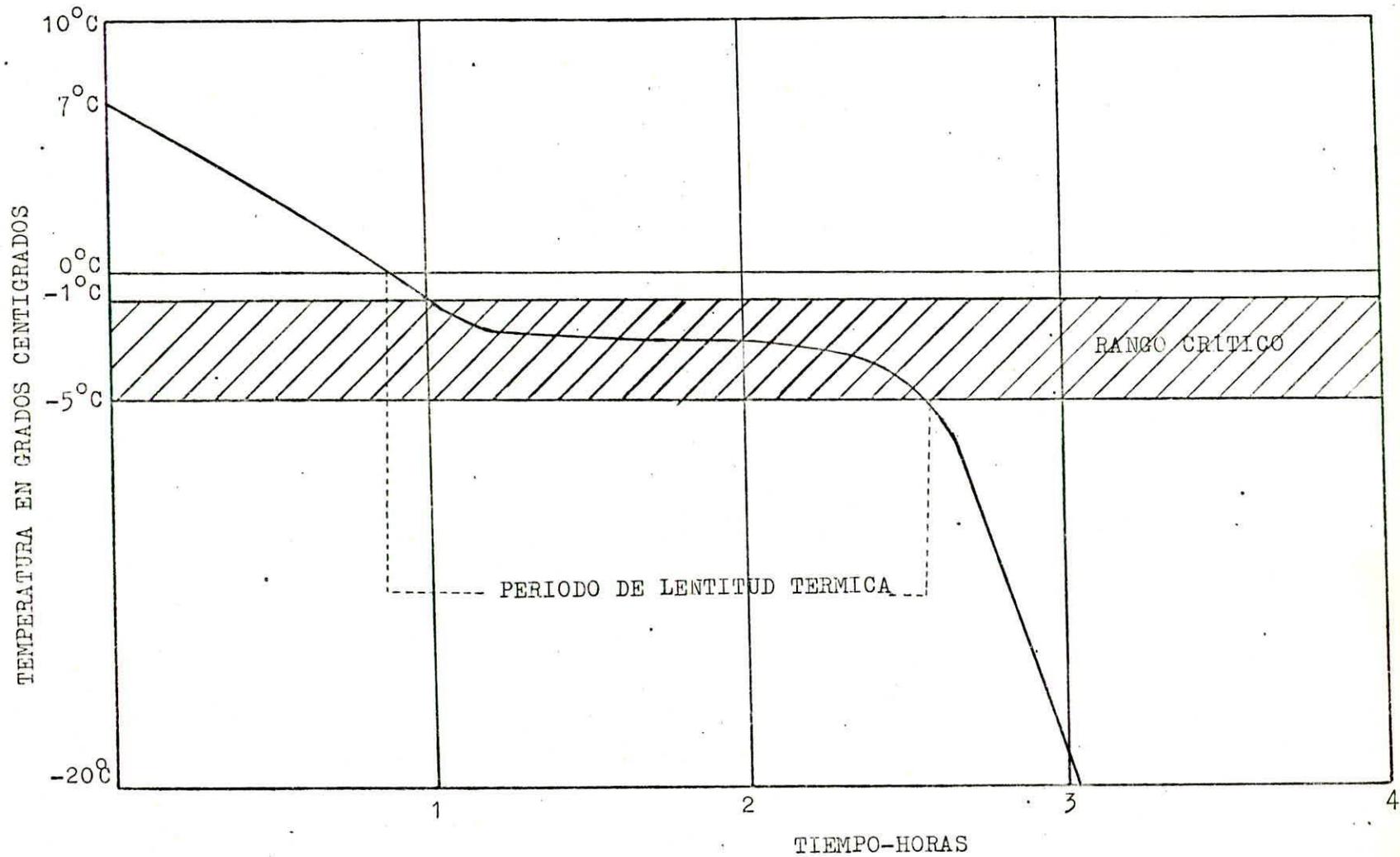
A pesar de que el agua se congela a 0°C , los productos pesqueros no comienzan a congelarse hasta que la temperatura alcance -1°C ; esto es debido a sales y otras sustancias químicas que se encuentran naturalmente en los músculos. Cuando la temperatura cae debajo de -1°C , más o menos, el agua es congelada y el líquido se vuelve una solución fuertemente concentrada en dichas sustancias químicas.

Aún a -5°C , la congelación no se realiza muchas veces, pero sí se congela más del 20% del agua de los músculos y a -17°C ha sido convertida en hielo la mayor cantidad de agua siendo probable que el resto no se congele aún a baja temperatura. No obstante, gran cantidad del agua tisular es congelada en el tiempo en que la temperatura cae a -5°C . El intervalo entre -1°C y -5°C se denomina "Rango Crítico" (Ver Figura 2).

Cuando la temperatura de los productos pesqueros cae por debajo de su punto de congelación, comienzan a formarse cristales de hielo a través de los tejidos. El tamaño de estos cristales depende del grado de congelación.

Cuando los productos pesqueros son congelados muy lentamente desde 0°C a -5°C , lo cual dura varias horas (período de lentitud térmica), sólo se forman unos pocos puntos de cristalización pero el agua y sus moléculas tienen tiempo de convertirse en cristales relativamente grandes; dichos cristales van a desgarrar las mem-

FIGURA 2. Curva ideal para el congelado del pescado



Fuente : Fish Handling and Processing

branas de las células, creando así espacios más amplios donde las enzimas pueden ejercer su actividad. Estos desgarramientos pueden observarse a simple vista.

Si el músculo es congelado rápidamente desde 0°C a -5°C (período de lentitud térmica), es decir en media hora, se constituyen más puntos de cristalización, ya que apenas hay tiempo para que las moléculas de agua de los tejidos se acumulen en forma ordenada. Así, los cristales de hielo resultantes son de menor dimensión, evitándose la destrucción masiva de la estructura tisular.

Si la congelación es lenta, el sabor y textura de los productos congelados empeoran porque las enzimas que se encuentran en las células se vuelven más activas con la concentración de sales y mientras más altas sean éstas, los cambios serán más pronunciados destructivos e irreversibles. Por lo tanto, es mejor bajar la temperatura lo más rápido posible hasta un punto donde las reacciones enzimáticas queden reducidas al mínimo (en el caso de los microorganismos Psicófilos , ya que los termófilos mueren).

En fin, las ventajas de la congelación rápida pueden resumirse así:

- Hay menos tiempo disponible para la adaptación del microorganismo
- Provoca un bloqueo instantáneo
- Se presenta un choque térmico efectivo

- Hay formación de cristales de hielo intra y extracelulares, bien ordenados
- Retarda más rápidamente la acción enzimática
- Mayor muerte de microorganismos (50 - 80%).

4.4.2.2 Tratamiento Anterior a la Congelación

Tiene que ver desde la captura hasta el momento en que los productos pesqueros son colocados en la cámara de congelación. Son factores importantes el tipo de captura; el manipuleo a bordo, el manipuleo en tierra, la recepción en planta, así como también el tiempo que transcurre entre la captura y la congelación en sí. Dicho tratamiento puede incluir un leve salado, la adición de Polifosfatos o de agentes bactericidas.

En el capítulo siguiente se detallan los procesos anteriormente descritos.

4.4.2.3 Factores que se Deben Tener en Cuenta para Lograr una Buena Congelación

Nunca se puede mejorar la calidad de un producto pesquero con la congelación y el almacenaje, pero si el proceso se realiza debidamente la calidad inicial puede ser mantenida dentro de los límites; tanto, que la diferencia final entre el producto descongelado y el fresco es pequeña.

Para congelar un producto pesquero, de acuerdo con lo anterior, se indican una serie de principios que se deben tener en cuenta en los diferentes tipos. Cuando se descuidan tales principios, la calidad del producto congelado disminuye y éste es rechazado por el consumidor.

La efectividad de la congelación depende de :

- La cantidad de agua que contenga el producto
- Su espesor
- El tipo de envase o empaque
- La cantidad de grasa
- La clase, cantidad y estado de los microorganismos.

Entre los microorganismos presentes, se tiene :

- Flavobacterium
- Lactobacilos
- Corybacterias
- Pseudomonas
- Achromobacter
- Aeromonas
- Hongos
- Levaduras.

a) Pescado fresco : cuando el pescado es sometido a enhielado por

muchos días, antes de ser congelado, es limitada la duración en la cámara de almacenamiento porque el producto se deteriora muy rápidamente. Al comienzo se puede considerar apto para el consumo, pero a medida que pasa el tiempo se va convirtiendo en un producto completamente deteriorado. En la actualidad existen buques factorías que congelan inmediatamente después de la captura; en algunos de ellos, es fileteado por máquinas y luego congelado en congeladores de placas; en otros, es eviscerado antes de congelar y, en otros, hasta es descabezado.

El proceso de congelación a bordo se hace con el objeto de reemplazar al hielo y de esta manera poder llevar el pescado a grandes distancias en condiciones aceptables para que los filetes, pescado troceado y/o entero encuentren un buen mercado.

En muchos casos, principalmente en los países europeos, Estados Unidos de Norteamérica, Rusia y Japón, tienen que buscarse zonas de pesca que están bastante lejos de las plantas frigoríficas terrestres; estos barcos factorías tienen que surtir desde a bordo la producción de una gran variedad de pescado congelado empaquetado para la venta a proveedores, hospitales, restaurantes, hoteles, colegios, debidamente clasificados y con un peso exigido.

Un pescado de baja calidad cuidadosamente congelado y almacenado en frío -en las mejores condiciones- por períodos cortos y con una rápida distribución, puede ser obtenido por el consumidor en mejo-

res condiciones que si se hubiese transportado en hielo; sin embargo, con esta clase de pescado se corre el riesgo de que el consumidor reemplace al pescado de baja calidad por el conservado en hielo, que es mucho más ventajoso económicamente para el vendedor.

Esto puede suceder en lugares o áreas donde es frecuente el pescado fresco y por ende perjudicar la industria de la congelación.

b) Pescado magro : los trabajos realizados con este tipo han demostrado que algunas especies que han sido congeladas por hielo no más de tres días, antes de ser congeladas y almacenadas en frío convenientemente y luego descongeladas , pueden ser manipuladas del mismo modo que el pescado fresco: pueden ser fileteados y distribuidos normalmente y ser salados o ahumados, dando un producto con su brillo normal.

Cuando la conservación con hielo después de la captura es prolongada, los filetes cortados del pescado entero congelados pierden textura, son insípidos y toman una apariencia opaca; no obstante, siempre retienen una calidad comestible aceptable.

Se puede decir para todas las especies, que la calidad del pescado congelado tiene relación con las diferentes variaciones estacionales de la especie.

c) Pescado graso : se debe congelar tan pronto se desembarca por-

que si es almacenado en hielo - por más de 24 horas - antes de ser congelado, puede alterarse la calidad durante la congelación y el almacenaje en frío, observándose que se desarrollan olores no necesariamente grasos aún si es almacenado a -6°C .

También se debe tener en cuenta para este tipo de pescado durante su manipuleo a bordo que si es eviscerado después de la captura, el jugo gástrico comienza a atacar el músculo cuando el pez muere.

d) Pescado ahumado : la acción conservadora del ahumado se basa en la extracción de una parte del agua de la carne del pescado con el objeto de preservarlo y darle sabor, olor y color característicos.

La producción de pescado ahumado comprende, además del ahumado en si, un cierto número de operaciones de preparación, siendo muchas de ellas de vital importancia para obtener un producto de buena calidad. Dichas operaciones son : eviscerado, fileteado, lavado, salado, oreado, ahumado y envasado o empaquetado.

El pescado ahumado puede causar más problemas que el mismo pescado fresco, ya que los ahumados en caliente - especialmente - se consumen sin ninguna cocción previa. Este tipo de ahumado cocinará el pescado y reducirá el número total de bacterias, pero, unas clases de bacterias serán más afectadas que otras por lo que puede retardarse la descomposición y los síntomas característicos también pueden quedar enmascarados por el olor y sabor a humo;

mientras tanto, pueden sobrevivir otras clases de bacterias y multiplicadores sin que su presencia sea delatada por los signos característicos que se originan cuando un pescado fresco se descompone. Es por esto por lo que se han presentado casos de Botulismo causado por la ingestión de pescado ahumado.

Las variedades de pescado ahumado almacenado con poca sal y ligeramente curados deben enfriarse rápidamente a 0°C y mantenerse a esa temperatura hasta el momento de expendio o consumo. Cuando no se espera consumir el producto antes de los límites mencionados anteriormente, debe congelarse y almacenar adecuadamente, conservándose por varios meses.

Los productos ahumados no deben empacarse mientras se hallen calientes, ya que la acumulación de humedad puede promover el crecimiento de hongos. El empaque debe ser de material impermeable que lo proteja contra el agua y la grasa como una defensa contra la contaminación y para prevenir el goteo de líquidos y posteriormente ser estibado en bandejas, preferiblemente de aluminio.

En fin, el pescado ahumado congelado debe manipularse de igual manera que cualquier otro producto pesquero congelado, es decir, el transporte debe realizarse en vehículos refrigerados o al menos aislados térmicamente en el caso de que el transporte dure pocas horas.

4.4.2.4 El Proceso de Congelación

Actualmente, los sistemas de congelación se clasifican de acuerdo con la velocidad que presente el frente de hielo, es decir, la velocidad de congelación. Esta clasificación es :

TABLA 1. Velocidad de congelación según el tipo de congelación

Clase de congelación	Velocidad de congelación
Congelación muy lenta	Menos de 0,1 cm/h
Congelación lenta	De 0,1-0,5 cm/h
Congelación rápida	0,5 - 5 cm/h
Congelación flash	Más de 5 cm/h

Fuente : Alimentos congelados, Tec. y comercialización - K. Herrmann

Cabe anotar que dichas velocidades pueden lograrse con el uso de diferentes equipos y además, todo lo que tenga que ver con los procesos de congelación y de almacenamiento en congelación se detallará más adelante en el capítulo "Ingeniería del Proyecto".

4.4.2.5 Métodos Convencionales de Congelación

4.4.2.5.1 Congelación por Corriente de Aire

Es posible efectuar una buena congelación por corriente de aire

haciendo descender la temperatura del aire a un rango que puede estar entre -27°C y -45°C y aumentando considerablemente la velocidad del mismo.

Los métodos de congelación dependen -en su aplicación- de la forma, tamaño y clase de empaque de los productos a congelar y no sirven para todas las variedades de alimentos. Sin embargo, este método tiene una aplicación bastante general (70% de los alimentos) en comparación con los demás por lo que es el de mayor utilización comercial, siendo su desventaja principal frente al de congelación por contacto el mayor consumo de energía.

Este método se basa en la circulación del aire-forzado por ventiladores- en el interior de la cámara, extrayéndole el calor al producto y cediéndoselo posteriormente a los evaporadores, dentro de los cuales circula el refrigerante; dicho refrigerante puede ser amoníaco, salmuera, R -12, R -22, R -502 y otros.

La velocidad con que se mueve el aire debe variar entre 2, 54 m/seg y 5 m/seg para lograr una congelación económica. Cuando se tienen velocidades de aire menores a este rango se presenta una congelación lenta del producto, mientras que a velocidades mayores aumentan los costos por kilo / hora de producto congelado; además, se produce la desecación o "quemadura" si éste no está envuelto o empacado.

TABLA 2. Relación de velocidades del aire sobre la velocidad de congelación de paquetes de 7,5 kg de filete de pescado

Velocidad del aire en m/seg	Tiempo de congelación en h
2,54	7,5
10,67	5,5
16,26	4,0

Fuente : conservación de alimentos - Norman Desrosier

En lo que se refiere a almacenamiento, la velocidad del aire oscila entre 0,46 m/s y 1,27 m/s, tal como lo indica la Tabla 3.

La congelación por corriente de aire puede dividirse en dos grupos fundamentales; aquella en la cual el producto permanece estático y aquella en la cual éste se desplaza a lo largo de la cámara durante el proceso.

El primer grupo es más flexible, pero requiere una vigilancia cuidadosa para mantener -sin sobrecargar- un rendimiento máximo; en cambio, la segunda es más apropiada para la producción masiva mediante la alimentación continua con paquetes estandar y que posean tiempos de congelación similares. Este trabajo plantea la utilización de la congelación estática.

La formación y acumulación de escarcha especialmente en el evaporador y cerca de la puerta crean un problema que debe ser tenido

TABLA 3. Datos de diseño para almacenaje de carne

CARNES	TIPO DE ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE DISEÑO DEL CUARTO					Período de almacenamiento en el cuarto	DATOS DE ENFRIAMIENTO			Calor latente en Btu/lb 24 hrs Evaporación Ejemplar	CALOR ESPECÍFICO		Calor latente de fusión Btu/lb	Coeficiente de absorción de agua %	Punto de congelación grados F	Módulo máximo de área en el cuarto Cal/F/ft ² /hr	
		Temperatura		Humedad relativa		Granos por lb de aire a la condición con respecto a la humedad		Temperatura producto F	Temperatura ambiente F	Factor de radiación		Antes del congelamiento	Después del congelamiento					
		Refrigeración grados F	Rango permitido grados F	Refrigeración %	Rango permitido %													
Cerdo	Corto	55	50-60	45	55-65	41.7	15 Días				2.5	0.50	0.30	29	20		50	
	Endurecimiento Cuadro de refrigerado	281	28-30	75	70-80	16.4					1.2						90	
Res combinada ma y cargada	Frio empezar	38		85b		28.8		100	44	24	0.54	18.0f	0.75	0.40	18	72	31.3	250
	Frio acabar	33		85b		23.2						5.0					90d	
Res secada	Largo	55	55-60	45	65-70	41.7	6 Meses					0.1	22-34	19-24	7-22	5-15		150
Res fresca	Corto	35	35-40	87b	85-90	24.8						5.0	0.75	0.40	98	72	31.3	60
	Largo	30	30-32	87b	85-90	20.8	3 Sem					1.7					60	
	Frio empezar	45		87		38.3		100	44	18	0.67	22.0f					250	
	Frio acabar	30		87		29.8						1.7					150d	
Carne en salmuera	Corto	40	40-45	85	80-85	31.0						1.0	0.75				150	
	Largo	31	31-32	85	80-85	21.3	6 Meses					0.8					150	
Carne congelada	Corto	34	34-38	87a	85-90	24.8	5 Días					5.4	0.72	0.40	95	45	29	60
	Largo	0	(-5)-0	85c	80-85	4.45	6 Meses					0.1	0.74	0.41	101	70	28	250
Carne congelada en hielo	Corto	34	34-38	85c	80-85	24.3						5.7					90	
	Largo	30	30-32	85a	80-85	20.4	15 Días					0.4					90	
Jamón fresco ahumado	Corto	34	34-38	85	85-87	24.3						3.4	0.48	0.38	84.5	52	31.3	60
	Largo	28	28-30	85b	85-87	18.5	3 Sem					1.8					60	
	Corto	55	50-60	45	55-65	41.7						1.3	0.40	0.32		57	150	
	Frio empezar	40		70		53.9		105	57	8	1.00	5.0f					150	
	Frio acabar	55		70		44.8						.3					90d	
Carro 18 hrs enfriado 18 hrs	Frio empezar	45		85		37.5		105	35	18	0.67	24.0f	0.68	0.38	84.5	60	27	250
	Frio acabar	30		85		20.4						1.9					150d	
	Frio empezar	38		90		30.1		105	35	14	0.67	23.0f					250	
	Frio acabar	28		90		19.7						1.9					150d	
Borrego	Corto	34	34-38	90	85-90	25.8						3.4	0.67	0.30	83.5	58	29	60
	Largo	28	28-30	90b	85-90	19.7	2 Sem					1.3					60	
	Frio empezar	45		90		39.4		100	40	5	0.75	19.0f					250	
	Frio acabar	30		90		21.4						1.3					90d	
Piezas pequeñas, colaciones, etc.	Frio empezar	40		85		31.0		90	35	18	0.70	21.0f	0.75	0.42	103	72		150
	Frio acabar	32		85		22.2						1.3					90d	
Ovejas en su conejo en despiece	Corto	35	35-40	90c	85-90	24.8						4.2	0.83	0.44	114	80.4	27	90
	Largo	32	32-38	90c	85-90	23.7	15 Días					0.5					90	
	Corto	35	35-40	70	70-75	20.8						2.3	0.90	0.46	125	87	27	150
	Largo	32	32-38	70	70-75	18.6	10 Días					0.2					150	
Puerco Hincado	Corto	34	34-38	85	85-90	24.3	15 Días					3.4	0.48	0.38	84.5	60	28	90
Pinos Hincados, congelados, empacados, ahumados	Largo	28	28-30	87b	85-90	19.0	10 Días					0.4	0.79	0.37	106	74	27	60
	Largo	8	(-5)-0	85	85-90	4.45	10 Meses					0.2					150	
	Frio empezar	45		85		37.5		85	40	5	1.00	17.0f					150	
	Frio acabar	32		85		22.3						0.4					90d	
Sardinas en cajas	Corto	40	40-45	80c	75-80	29.1						0.2					150	
	Largo	31	31-32	80c	75-80	20.1	4 Meses					0.0	0.60				150	
Almohadas y almohadas	Corto	35	35-40	85a	80-90	25.2	48 hrs					4.3	0.84	0.54	84	60	29	60
	Frio empezar	42		80		31.4		70	35	2	1.00	9.0f					150	
	Frio acabar	32		80		21.1											60d	
Fresas	Corto	35	35-40	85a	85-90	25.2	7 Días					4.3	0.89	0.54	93	45	24	60
	Frio empezar	42		85		33.4		70	35	2	1.00	9.0f					150	
	Frio acabar	32		85		22.3											60d	
Cuadro de preparación		55	55-60	40	35-40	25.5						0.0						60
	Almohadas	40	35-40	85	80-90	31.0	6 Meses					3.2	0.84	0.54	84	60	25	60
	Varano	50	48-54	70	45-60	37.2						5.0					60	
	Largo	32	32-34	70	70-75	18.6	6-8 Meses					2.0					60	
Cuadro de empaque		45	45-54	85	80-85	37.5						0.0						60
Terminado	Corto	34	34-38	87b	85-90	24.8						3.4	0.71	0.39	91	43	27	60
	Largo	28	28-30	87b	85-90	19.0	15 Días					1.3					60	
	Frio empezar	45		90		39.4		100	40	4	0.75	21.0f					90	
	Frio acabar	30		90		21.4						1.3					60d	

Fuente : Principios de refrigeración. Roy Dossat

en cuenta. Las cámaras deben ser diseñadas y construidas de tal manera que permitan la fácil inspección y descarche, ya que la acumulación de escarcha reduce la transferencia de calor del evaporador al aire que circula dentro de ellos y reduce también el flujo de aire interno, disminuyendo la velocidad de congelación y el rendimiento. La producción de escarcha obedece a tres factores : la humedad que pierde el producto cuando no está envasado ni empaquetado, por penetración del aire externo y por difusión de humedad a través de grietas o aberturas.

Es importante un descarchado periódico si se desea mantener la eficiencia y de ninguna manera se debe abrir la puerta de acceso a la cámara ni interrumpir el flujo de refrigerante, ya que se puede dañar la estructura y su aislante.

4.4.2.5.2 Congelación por Contacto

Este método se aplica principalmente a los productos pesqueros empacados regularmente y en el cual se aprovecha fundamentalmente la transferencia de calor por conducción.

Consiste en una estructura metálica aislada térmicamente que consta de una serie de placas desplazables en sentido vertical u horizontal las cuales, son colocadas dentro de dicha estructura. Los congeladores de placas verticales se usan casi siempre en las embarcaciones mientras, los de placas horizontales pueden utilizar-

se tanto a bordo como en planta.

Estos equipos presentan la ventaja de que la altura entre placas es ajustable al tipo de empaque que se utilice ; además, la presión que aquellas ejercen se regula neumáticamente para evitar posibles roturas del producto y el desplazamiento del mismo. Dicha presión oscila entre $0,06 \text{ kg/cm}^2$ y $0,1 \text{ kg/cm}^2$, mientras que la altura de los paquetes oscila entre 2,5 cm y 7,5 cm, siendo 5,0 cm la óptima.

TABLA 4. Armarios de congelación

Modelo	Número de placas	Espesor de los paquetes, mm	Contenido en género, kg	Empaquetados en celofán		Empaquetado en cartón y celofán	
				Tiempo de congelación, h	Rendimiento de congelación, kg/h	Tiempo de congelación, h	Rendimiento de congelación, kg/h
1	16	25	570	0,55	1000	1,35	420
		38	790	0,95	830	2,0	390
		50	1050	1,4	750	2,75	380
		65	1370	2,0	680	3,4	380
		75	1570	2,5	630	4,2	375
2	19	25	680	0,55	1250	1,35	500
		38	950	0,95	1000	2,0	475
		50	1260	1,4	900	2,75	460
		25	760	0,55	1380	1,35	560
3	21	38	1050	0,95	1100	2,0	525
		50	1400	1,4	1000	2,75	510

Fuente : El empleo del frío en la industria de la alimentación.
Rudolf Plank.

Este método está diseñado para la congelación rápida de productos empacados en cajas o envueltos y colocados en bandejas. El peso

contenido por las cajas y bandejas está entre 2 1/4 kg y 4,5 kg.

Los productos pesqueros a congelar son : filetes tajados, camarones, porciones rectangulares de carne de pescado y ostras apanadas.

El empaquetado aísla el producto e impide que se establezca un contacto directo entre éste y las placas.

La velocidad de congelación del congelador de placas es mejor que la del aire forzado en un 30% aproximadamente; además, el primero consume menos energía y ocupa menor espacio. El contacto deficiente entre el producto y las placas determina una congelación más lenta y puede deberse a varias causas : que las cajas no se llenen completamente y quede una capa de aire que actúa como aislante térmico, cuando las capas de pescado colocadas entre placas no tienen un espesor uniforme, cuando se utilizan cajas de diferentes tamaños y la principal, la formación de crestas de hielo sobre las placas.

Existen tres clases de congeladores de placas : manual, semiautomático y automático.

a) Manuales : como su nombre lo indica, se cargan y descargan manualmente.

b) Semiautomáticos : semejantes a los anteriores pero poseen un mecanismo que permite el control de la carga y descarga del equipo por medio de un operario. En una instalación típica, los filetes empaquetados son transportados por una banda que los desplaza y alimenta al congelador, haciendo que los filetes congelados anteriormente sean desplazados hacia otra banda transportadora que los lleva hacia la cámara de almacenamiento.

c) Automáticos : similares a los descritos anteriormente, sólo que la carga y descarga se controlan automáticamente por medio de una serie de microinterruptores y bobinas eléctricas.

También puede variarse el tiempo de carga de acuerdo con el tiempo de congelación de los diferentes productos.

4.4.2.5.3 Congelación por Inmersión en Salmuera

Los equipos de este tipo de congelación no son de diseño estable, porque varían apreciablemente de acuerdo con su utilización.

Este método es importante ya que la salmuera posee un punto de congelación inferior al del agua.

La solución debe ser inofensiva para el organismo humano por lo que sólo puede permitirse la de Cloruro de Sodio, ya que no puede ser enfriada por debajo de su punto eutéctico ($-21,2^{\circ}\text{C}$) cosa que

sí permiten las salmueras de Cloruro de Magnesio ($-33,5^{\circ}\text{C}$) y, Cloruro de Calcio (-55°C). Las desventajas de las dos últimas son que la de Cloruro de Magnesio se vuelve viscosa a -33°C , transmitiéndole un mal gusto al producto y la de Cloruro de Calcio transmite un gusto acre e inaceptable al producto.

Pese a su baja temperatura y alta velocidad de enfriamiento, la salmuera de Cloruro de Sodio entra en la carne de pescado por contacto de superficie y no puede ser removida por completo luego de la congelación, ni por lavado.

La absorción de sal, por el producto, es un problema no resuelto aún, además de otros inconvenientes como :

- Dificultad para el glaseado
- Formación de coloraciones indeseables
- Desarrollo de un sabor salado
- Cambio de consistencia
- Desarrollo acelerado de la rancidez por la presencia del NaCl.

Este método no resulta apropiado para congelar filetes. Puesto que la piel ofrece resistencia contra la entrada de la sal y la lixiviación, sólo se congelan pescados enteros.

La salmuera puede utilizarse en inmersión o por riego (atomización) pero se contamina a pesar del lavado previo del producto, lo que

obliga a un filtrado constante y a una renovación periódica.

La congelación en salmuera de NaCl se efectúa desplazando el producto en forma horizontal en el elemento refrigerante o colocándolo en tambores rotatorios que se mueven en forma circular en la salmuera enfriada, que llega por el eje horizontal hueco, o también con salmuera refrigerada proyectada con violencia sobre el pescado y que proviene de inyectores adecuados para tal fin.

TABLA 5. Forma de preparar la salmuera

Grados salinométricos (% de saturación)	Número de gramos de sal requeridos para preparar un litro de salmuera	Número de gramos de sal que es preciso añadir a un litro de agua
10	27	28
20	55	56
30	84	87
40	115	120
50	147	154
60	179	190
70	214	229
80	243	270
90	284	315
100	321	363

Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G. H. Burgess

Forma de preparar salmuera para congelación de camarones, según Vikingos de Colombia S.A.

Vikingos utiliza congelación por salmuera en sus barcos camarone-ros. El barco posee un recipiente de acero inoxidable donde se co-locar la salmuera, su preparación es como sigue :

- 100 litros de agua
- 25 kg de sal
- 25 kg de glucosa.

4.4.2.6 Tratamiento Posterior a la Congelación

Los productos pesqueros deben glasearse y/o empaquetarse apenas sean sacados del congelador - a menos que hayan sido empaquetados con anterioridad - y trasladarse luego a la cámara de almacenamiento.

4.4.2.6.1 Glaseado

La evaporación del agua de la superficie de un producto pesquero que tiene lugar en la cámara de almacenamiento produce deterioro al deshidratarlo y favorece además la oxidación de las grasas.

El glaseado proporciona la protección contra estas alteraciones y consiste en introducir el producto en agua fría inmediatamente

después de la congelación, por lo que áquel queda recubierto con una fina capa de hielo. Dicha capa puede hacerse más gruesa mediante inmersiones repetidas. El agua del glaseado se evapora durante el almacenamiento sin reducir el contenido acuoso del producto y éste estará protegido mientras el glaseado se realice periódicamente durante el almacenamiento. La temperatura del agua del glaseado no es muy importante, porque el producto -ya sea en unidades o bloques- se sumerge por uno o dos segundos y deben transcurrir 30 segundos -por lo menos- entre una inmersión y otra.

4.4.2.6.2 Empaquetado y Embalado

En algunas empresas, el empaque y embalaje son posiblemente dos de las funciones menos entendidas y más pobremente controladas. Estas situaciones desafortunadamente se originan por el hecho de que "empacar o embalar parecen ser simples" y todo lo que se necesita "es colocar una envoltura o una caja alrededor de un producto".

Los alimentos congelados, debido a sus altos costos, deben ser empacados y embalados cuidadosamente con el fin de no perder en el último momento la calidad presente durante la conservación por frío.

Los empaques utilizados en los productos pesqueros congelados deben ser muy poco permeables al vapor, poseer una baja capacidad

transmisora del oxígeno y ser resistentes a la absorción de grasas y agua y ceñirse lo más estrictamente posible al producto para reducir al mínimo las bolsas de aire.

En general, las funciones de un buen empaque son :

- Proteger el producto
- Contener el producto en condiciones convenientes
- Mantener bajos los costos de comercialización
- Anunciar y estimular la compra del producto
- Proporcionar la información necesaria al comprador
- Colaborar en la venta de otros productos de la línea
- Reducir la cantidad de productos devueltos.

En particular, esas funciones se manifiestan así :

a) Protección contra la desecación : por lo general, la humedad de equilibrio de la superficie de los alimentos es de 95% al 99,4% y como la humedad relativa del aire en las cámaras de almacenamiento casi nunca es mayor del 95%, hay una continua evaporación de agua de los productos almacenados hacia el medio ambiente.

El empaque debe tener una permeabilidad cercana a $0,6 \text{ m}^2/\text{día}$ y quedar completamente adherido al producto para evitar la desecación en su interior.

b) Protección contra la acción de la luz : como bien se sabe, la acción de la luz acelera los procesos químicos. Por lo general, este detalle no se toma en cuenta para las cámaras de congelación o de almacenamiento porque estos son lugares oscuros, pero tiene vital importancia cuando se trata de vitrinas y estantes exhibidores iluminados para que el público pueda apreciar lo que se expende.

c) Protección contra la oxidación : los cambios o alteraciones oxidativas de las grasas que se producen durante el almacenamiento tienen gran influencia sobre el olor y el sabor de casi todos los productos congelados y se denomina Enranciamiento. Haciendo uso de un buen empaçado puede evitarse lo anterior.

Los empaques usados más comúnmente son : cajas de cartón parafinado, bolsas de polietileno, el papel parafinado, el celofán, bolsas de cloruro de polivinilideno, bolsas de cloruro de polivinilo.

4.4.2.6.3 Traslado a la Cámara de Almacenamiento

El tiempo que pasa desde que se descarga el producto de la cámara de congelación hasta cuando se coloca en la cámara de almacenamiento debe ser lo más corto posible, porque existe una gran diferencia de temperatura entre el producto congelado y el medio ambiente y cualquier retraso repercute en un calentamiento indeseado de dicho producto; además, con el agravante de que la velo-

idad conque se calienta un producto congelado es dos veces mayor que la velocidad conque se calienta un producto fresco.

El manipuleo del producto congelado debe ser eficiente, ya que cualquier maltrato sólo se notará cuando se dé la descongelación,

4.4.3 Descongelación

Dentro de los procesos de congelación y almacenamiento en congelación, la descongelación juega un rol importante en lo que se refiere al cumplimiento de las exigencias planteadas por el consumidor, es decir, dentro de los diferentes sectores de consumo hay algunos que prefieren los productos pesqueros descongelados al realizar sus adquisiciones, por lo que es importante tener en cuenta este proceso.

La descongelación lleva más tiempo que la misma congelación, porque el coeficiente de transmisión de calor de los productos pesqueros congelados es solo un tercio que el de los productos frescos. En este proceso hay oportunidad de crecimiento de los microorganismos inactivados mediante procesos anteriores, ya que los líquidos tisulares arrastran -al salir- muchos nutrientes que son un medio apropiado para el crecimiento bacteriano, cosa que se agrava si el tiempo de descongelación es demasiado largo. Además, se corre el riesgo de que se incorporen otros microorganismos mediante el manipuleo, los recipientes; lo cual conlleva a un deterioro

de los productos pesqueros conservados por frío.

4.4.3.1 Métodos de Descongelación

Es difícil decir cual es el mejor método, ya que éste depende de muchos factores entre los que se incluyen la velocidad de descongelación necesaria y la envergadura de la operación.

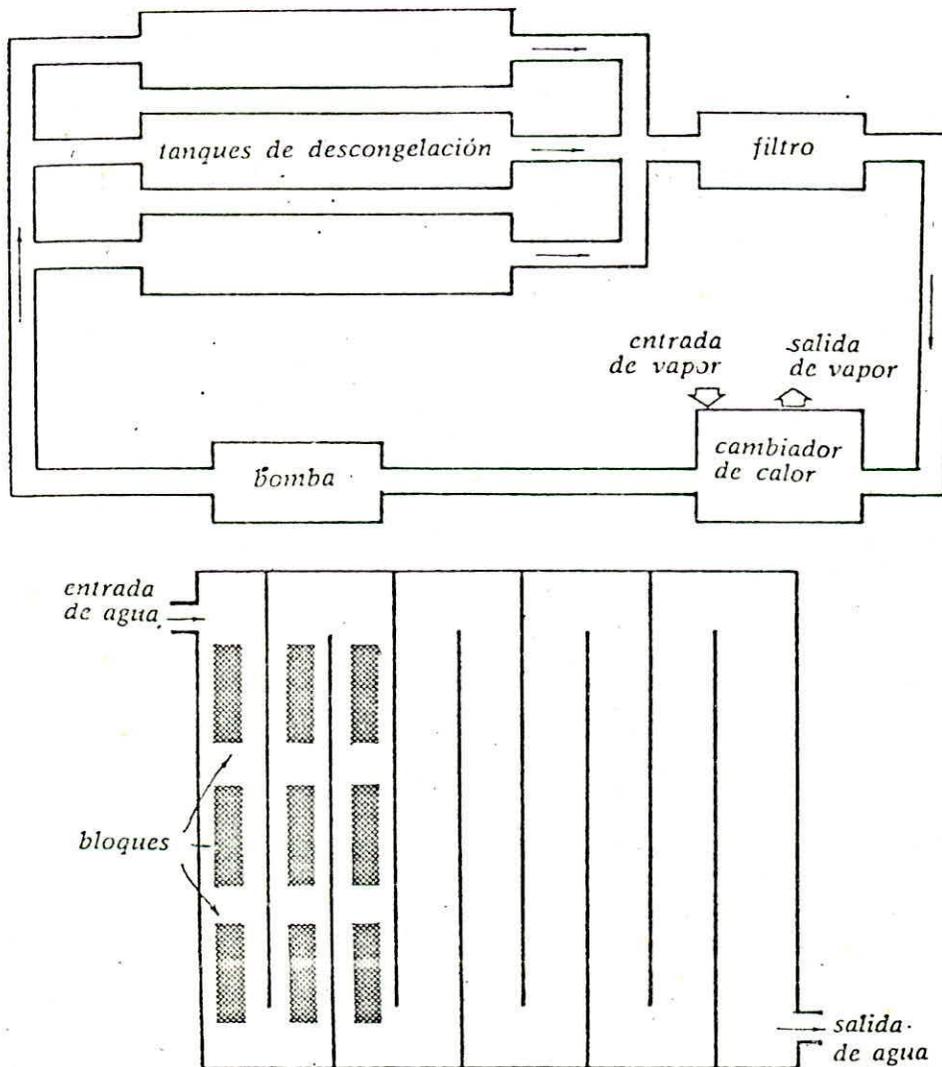
Después de la descongelación, el producto debe mantenerse refrigerado con hielo hasta el momento de su venta, debido a que los productos descongelados se alteran de la misma forma que los frescos. La cantidad de calor que se debe aportar para lograr una buena descongelación es semejante a la cantidad extraída en el proceso contrario.

4.4.3.1.1 Descongelación por Agua

Los pescados enteros, magros y grasos presentan buena calidad cuando se descongelan en agua y bajo condiciones controladas, en cambio, no sucede lo mismo con los filetes ya que el exceso de agua los hace perder parte del olor, especialmente cuando el bloque es grueso y necesita un período prolongado de inmersión. A pesar de que el mejor método que puede adaptarse en los descongeladores continuos de tipo industrial para la descongelación de pescado entero es la recirculación de agua, dicho método plantea problemas de filtración del agua contaminada, por lo que es necesario -de to-

dos modos- cambiar el agua periódicamente.

FIGURA 3. Descongelación discontinua en agua



Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G. H. Burgess

4.4.3.1.2 Descongelación por Aire

4.4.3.1.2.1 Por Aire Estático

Este método se recomienda para ser utilizado en pequeña escala y bajo supervisión rigurosa. Sin embargo, es difícil evitar el sobrecalentamiento y la deshidratación. A gran escala, el método es antieconómico debido al abundante manipuleo que requiere; además, el estibar una capa de producto sobre otra no garantiza ninguna ventaja a raíz de la disminución de la velocidad de descongelación como resultado de la reducción de la superficie de contacto.

4.4.3.1.2.2 Por Aire Húmedo

En la descongelación por aire húmedo, es fundamental mantener dicho aire en condiciones húmedas para evitar una desecación peligrosa. Se necesita más tiempo para descongelar mediante el método anterior que en éste.

El aire que circula por el producto debe estar completamente saturado de vapor de agua y es preferible implementar algún procedimiento de humidificación en vez de un sistema complicado de aspersión de agua para rociar directamente al producto.

4.4.3.1.2.3 Descongelación Industrial por Aire Forzado

Para este método se utilizan descongeladores que funcionan con combustibles baratos y es el método más sencillo de descongelación a cualquier escala y que puede ser de funcionamiento continuo o estático. Cuando el sistema consta de un intercambiador de calor,

el aire reciclado puede humidificarse por aspersion de agua en un punto posterior al intercambiador.

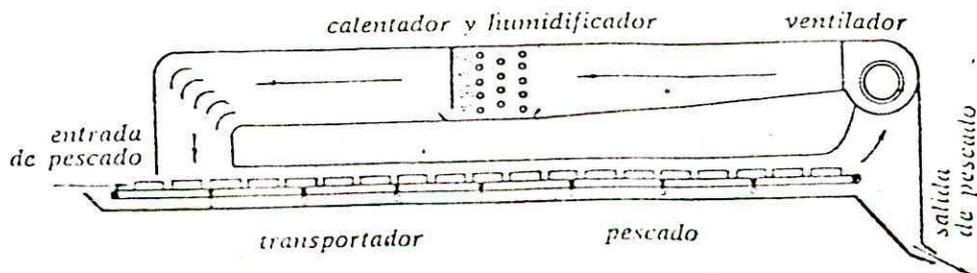
a) Por flujo transversal : para sostener alta la velocidad del aire y por ende, la velocidad de descongelación, se hace uso de potentes ventiladores.

Para descongelar pescado a una rata de una ton/hora, se necesita una velocidad de recirculación aproximada de 45 m/seg.

b) Por flujo paralelo : la ventaja de este método es que el transportador se mueve en la misma dirección que la corriente de aire por lo que se puede utilizar una velocidad de circulación más baja, cosa que se traduce en disminución de los costos de operación.

La velocidad de circulación del aire es aproximadamente de 8,5 m/seg.

FIGURA 4. Descongelador continuo de aire forzado



Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G. H. Burgess

4.4.3.1.3 Descongelación Eléctrica

4.4.3.1.3.1 Por Resistencia Eléctrica

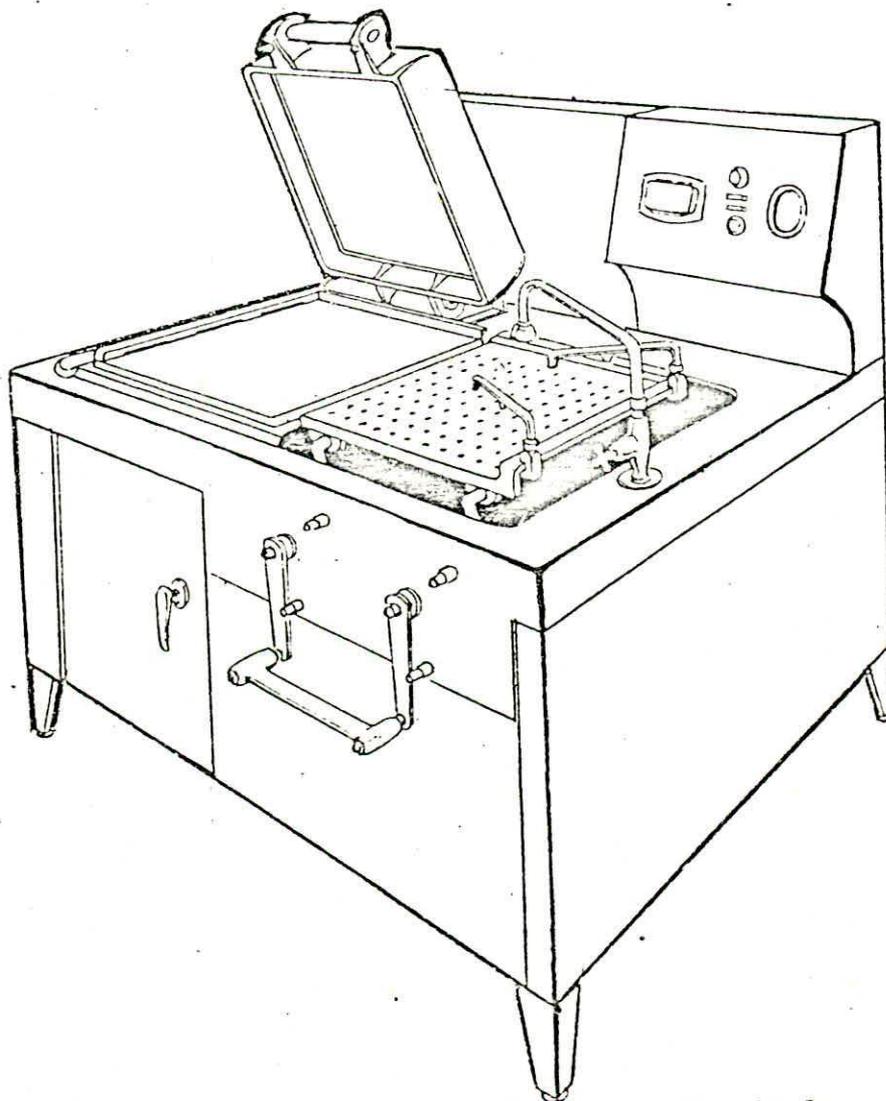
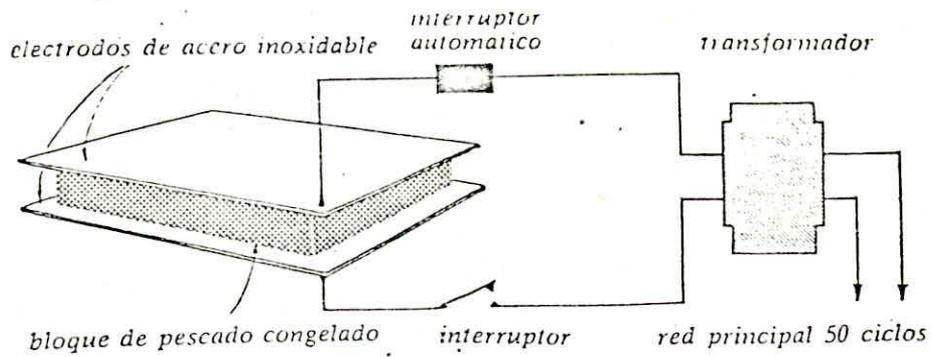
Cuando las propiedades eléctricas del material conductor son constantes a través de toda su masa, el flujo de electricidad es uniforme y el calor se produce de la misma forma. En la práctica, es difícil que estas condiciones se den porque el pescado congelado a temperatura muy baja no conduce la electricidad con la velocidad necesaria; mientras, a medida que se calienta se va haciendo menor su resistencia eléctrica y, además, porque la electricidad no fluye uniformemente por las partes de un bloque de pescado aunque su temperatura sea constante.

Sin embargo, se han determinado las condiciones ideales para descongelar y se ha creado una técnica fácil de aplicar. La condición fundamental estriba en que los bloques posean forma y espesor regulares (caso de los filetes). Los productos individuales no pueden someterse a este método y los bloques de pescado entero presentan dificultades (Ver Figura 5).

Los equipos para este método de descongelación presentan condiciones óptimas para efectuar ventas al detal.

4.4.3.1.3.2 Dieléctrica

FIGURA 5. Diagrama del descongelador de resistencia de una sola pieza y descongelador de resistencia eléctrica

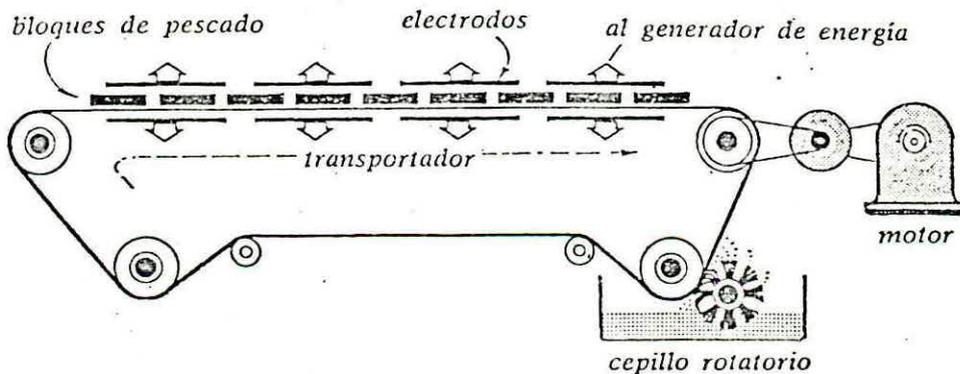


Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G.H. Burgess

En la manera más conocida, los bloques de producto congelado se trasladan sobre un transportador de bandas que pasa entre uno o más pares de electrodos, aplicándosele una corriente alterna de alta tensión a cada par y casi siempre de 5.000 voltios y 80 Hertz.

La ventaja de este método es que el producto puede salir del descongelador con una temperatura constante y a veces, ligeramente inferior al punto de congelación. Esta operación emplea un tiempo mucho menor que los procedimientos anteriores.

FIGURA 6. Diagrama del descongelador dieléctrico



Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G.H. Burgess

4.4.3.1.3.3 Por Microondas

En este método, la velocidad de penetración del calor es aproximadamente 10 veces mayor que la del método dieléctrico.

Los inconvenientes que presenta el método -además del alto costo- son : que el poder del haz disminuye a medida que penetra en el músculo del producto y, el más importante, que se han demostrado científicamente los efectos altamente carcinógenos que acarrea la utilización de este tipo de radiación como es la microonda.

5. ASPECTOS LIGADOS CON LA PRODUCCION

5.1 PRODUCCION PESQUERA

Si bien la productividad del Océano está limitada por la falta de una alta y uniforme fertilidad, la productividad de un recurso pesquero está aún más restringida pues, esta última depende sólo de la pequeña proporción -muy específica- en cuanto a la clase de producción biológica total que el hombre recoge pescando.

Sin embargo, el producto pesquero es heterogéneo y la demanda no es del producto como tal, sino de especies determinadas y de productos derivados del mismo.

Algunas especies comerciales viven en el fondo marino mientras que otras habitan en la superficie o cerca de ella; además, varían en tamaño, localización, concentración y otros factores. Por lo tanto, el hombre sólo busca y pesca ciertas especies en algunas regiones, mientras que en otras, pesca especies diferentes, de tal suerte que la productividad pesquera de una región es algo que no tiene que ver con la cantidad que realmente haya disponible.

Los pocos científicos que se han ocupado del tema, opinan que los mares tropicales son menos productivos que los de las zonas templadas. En lo que respecta a Colombia, la misión del Caribe de los Doctores Poulsen Schmidt y Cecil Miles dice que nuestros mares no son muy ricos en peces aunque insisten en que el país puede desarrollar una abundante pesca para abastecerse e incluso, efectuar exportaciones (atún y camarones). En todo caso se trata de apreciaciones y no de estudios completos.

Los autores citados y Jansen, opinan que el Pacífico es más rico que el Caribe y ofrece además mejores condiciones. La pesca será más productiva en el Caribe si se realiza en aguas pelágicas y no en la zona costera.

Todos los autores insisten en que los métodos de captura tradicionales empleados en el país son muy primitivos e ineficientes y que la producción en estas condiciones no refleja correctamente las posibilidades pesqueras.

Mar Caribe

Es considerado, en general, como poco productivo debido al déficit de sales nutrientes para el fitoplancton. Estos nutrientes proven- drían del poco aporte efectuado por la cuenca y de la baja difu- sión de los mismos por ausencia de gradientes térmicos notables. No obstante, Jansen decía que en años anteriores, durante un perio-

do de pesca experimental realizado en la Guajira, divisó importantes cardúmenes de sierra y jurel con una extensión entre 4 y 5 millas.

A pesar de sus observaciones, la Misión del Caribe anota que la pobreza en fitoplancton no se traduce necesariamente en que nuestras aguas sean pobres en pescados y mariscos.

5.2 ZONAS DE CAPTURA

Santa Marta es el centro de acopio de muchas zonas de captura, siendo las más importantes las siguientes :

- a) Zona de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Tasajeras, Pueblo Viejo, isla del Rosario y Ciénaga.
- b) Zona del aeropuerto, pozos colorados, Gaira y el Rodadero.
- c) Zona de Santa Marta
- d) Zona de Taganga
- e) Zona de Bahía Concha
- f) Zona de Chengue, Gayraca, Neguanje, Cinto y extendiéndose desde la desembocadura del río Palomino -en los límites del Magdalena y la Guajira- hasta Mayaco, en la Guajira.

La extensión de las zonas de captura del presente trabajo abarca la zona de Taganga y otros que tienen influencia directa en la po-

blación citada en lo que se refiere al desembarque de las capturas y por la relativa facilidad de traslado hacia la ciudad de Santa Marta y son las zonas e) y f). Agrupando las tres zonas en una, se observa que presenta una gran variedad de especies ícticas por lo que se considera adecuada para el desarrollo de la pesca a nivel industrial.

5.3 METODOS DE CAPTURA

Dentro de las modalidades más importantes de pesca empleadas por los pescadores de la región, se tienen :

a) Línea de mano : puede ser de dos tipos :

- Con anzuelos simples, compuestos por el sedal, el anzuelo, la carnada y el plomo.

- Con anzuelos compuestos, utilizados en las embarcaciones que se dedican a la pesca de fondo, consta de : el sedal, varios anzuelos, el plomo, el flotador y las respectivas carnadas. Cabe anotar que en las embarcaciones de la zona es izado el sedal de manera manual, aunque otros poseen malacates o pequeños winches.

b) Chinchorro : es una de las artes de pesca más utilizadas, realizándose las faenas generalmente por la noche.

Presenta una longitud comprendida entre los 50 y 120 metros y una malla de 1,5 a 35 cm (extendida), posee flotadores de balsa, hojalata y lastre de plomo o roca y los paños se construyen generalmente de piola o nylon.

También posee una relinga de unos 80 metros, tanto en la parte de los flotadores como en la del lastre y se utilizan para la maniobra.

c) Arpón : este arte es utilizado en menor escala por los pescadores y es más que todo aprovechado para la pesca deportiva. Consta de una estructura en forma de fusil a la cual se sujeta una varilla metálica que es accionada por el pescador y lanzada sobre la presa con gran potencia, generada por cauchos o aire comprimido. La varilla metálica queda asegurada al fusil por medio de una cuerda que varía entre 5 y 15 metros de longitud.

d) Atarraya : es una red cubridora con las siguientes características :

Diámetro	3 a 5 metros
Malla	3,5 a 7 cm
Lastre	Plomo

Está construida de algodón, piola o nylon y presenta una relinga central para la maniobra. Se emplea en sitios someros.

e) Palangre : consta de un cabo que oscila entre los 500 y 2.000 metros de longitud al cual van fijados los bajantes con sus respectivos anzuelos y con una separación de 2 metros, aproximadamente. Cuando el palangre es utilizado para la pesca de tiburón (tiburoneeros), los bajantes tienen una separación de 5 metros, aproximadamente.

En los extremos del palangre van colocados los flotadores (boyas) que se mantienen fijos por medio anclas que permiten que los bajantes permanezcan en posición vertical.

f) Red agalladera : conocida también con el nombre de trasmallo. Es una red fija construida de piola o nylon, presenta flotadores (boyas) colocados en la relinga superior y el lastre (plomo) colocado en la relinga inferior.

Esta red se utiliza en áreas marinas y Ciénagas con profundidades entre los 12 y 17 metros. Sus características son :

Longitud	100 a 1.000 metros
Calado	2 a 8 metros
Malla	0,05 a 0,10 metros

g) Nasas : son jaulas de variadas formas construidas de madera, metal o material sintético. Se colocan en el fondo marino durante varios días ya que los peces capturados permanecen vivos dentro

de ellas. Son usadas con poca frecuencia en la zona que abarca este estudio.

h) Red de arrastre : las redes de arrastre utilizados en el país, ya sea en la Costa Pacífica o en la Atlántica, presentan las siguientes características :

Cada red consta de tres partes, que son : la boca o entrada de la red, el cuerpo y el copo, siendo en ésta donde se deposita el material arrastrado.

La malla de la red es de nylon número 21 y 42 de $1/8$ de pulgada y el ojo de la malla-estirada- es de 1 a $1 \frac{3}{4}$ de pulgadas.

Las dimensiones para cada tipo de red, en promedio, son :

Para arrastre de profundidad	75 pies
Para arrastre de aguas someras	60 a 70 pies
Para arrastre de orilla	50 a 55 pies

Cada aparejo lleva dos puertas de arrastre cuya función es la de mantener la red abierta y crear una corriente de entrada de agua.

Estas puertas están hechas de madera afirmadas en platinas de $1/2$ pulgada de espesor. La dimensión de cada puerta es de 96 x 49 pulgadas para la pesca de profundidad; en la pesca de orilla, las di-

mensiones son menores y los tirantes que unen las puertas con la red son de 1/2 pulgada de diámetro.

5.4 PRINCIPALES ESPECIES CAPTURADAS

Las informaciones que reportan las capturas comerciales son de gran importancia en el estudio de población de especies explotadas, ya que se toman directamente de aquellas. Resulta difícil establecer la participación de las diferentes especies de la fauna marina por la carencia de una información que muestre las cantidades de todas y cada una de las especies que se capturen, de manera más o menos exacta y coordinada; además, es necesario contar con informaciones que reporten la clasificación de las especies, el tamaño, lugar de captura, época en que se efectuó la faena de pesca, peso; porque estos datos conllevan a obtener importante información sobre las migraciones de tipo estacional, lugares de criadero, aspectos biológicos de las especies para poder programar una explotación racional de los recursos pesqueros asegurando su sostenimiento para las futuras generaciones.

A continuación se citan los nombres vulgares y científicos de las especies comerciales que se capturan en el área que tiene influencia directa en la zona de Taganga, las cuales han sido citadas en el capítulo 2.

Nombres vulgares

Nombres científicos

Aguja de paladar

Tetrapturus albidus (Poey)

Albacora

Thunnus alalunga (Bonnaterre)

Arepa

Selene setapinnis (Mitchill)

Atún

Thunnus thynnus thynnus (Linnaeus)

Bacalao

Rachycentron canadus (Linnaeus)

Bonito

Katsuwonus pelamis (Linnaeus)

Caballeta o mamúa

Decapterus punctatus (Agassiz)

Cabrilla

Epinephelus adscensionis (Osbeck)

Cachi cachi

Calamus penna (Valenciennes)

Cachorreta

Auxis thazard (Lacépède)

Calamar

Loligo spp

Camarón blanco

Penaeus schmitti (Burkenroad)

Camarón café

Penaeus brasiliensis (Latreille)

Camarón rojo

Penaeus duorarum notialis (Perez-Farfante)

Carey

Eretmochelys imbricata (Linnaeus)

Carite

Scmberomorus regalis (Bloch)

Cojinoa

Caranx crysos (Mitchill)

Coroncoro

Haemulon plumieri (Lacépède)

Dorado

Coryphaena hippurus (Linnaeus)

Jurel

Caranx hippos (Linnaeus)

Langosta

Panulirus spp y Palinurus spp

Lebranche

Mugil liza (Valenciennes)

Lisa

Mugil incilis (Hancock)

Loro

Scarus guacamaia (Cuvier)

Nombres vulgares

Nombres científicos

Macabí	<u>Elops saurus</u> (Linnaeus)
Macarela	<u>Scomber japonicus</u> (Houttuyn)
Machuelo	<u>Opisthonema oglinum</u> (Le Sueur)
Medregal	<u>Seriola rivoliana</u> (Cuvier)
Mero	<u>Epinephelus itajara</u> (Lichtenstein)
Mojarra rayada	<u>Eugerres plumieri</u> (Cuvier)
Ojo gordo	<u>Selar crumenophthalmus</u> (Bloch)
Palometa	<u>Trachinotus spp</u>
Pargo rojo	<u>Lutjanus purpureus</u> (Poey)
Pargo rayado	<u>Lutjanus synagris</u> (Linnaeus)
Pargo palmero	<u>Lutjanus analis</u> (Valenciennes)
Pargo mulato	<u>Lutjanus griseus</u> (Linnaeus)
Pez cabuya	<u>Alectis ciliaris</u> (Bloch)
Picúa grande	<u>Sphyraena barracuda</u> (Walbaum)
Picúa pequeña	<u>Sphyraena picudilla</u> (Poey)
Pulpo	<u>Octopus vulgaris</u> (Cuvier)
Róbalo	<u>Centropomus undecimalis</u> (Bloch)
Rubia	<u>Ocyurus chrysurus</u> (Bloch)
Sábalo	<u>Tarpon atlanticus</u> (Valenciennes)
Sable	<u>Trichiurus lepturus</u> (Linnaeus)
Salmón	<u>Elegatis bipinnulatus</u> (Quoy y Gai)
Salmonete	<u>Pseudupeneus maculatus</u> (Bloch)
Sierra mulata	<u>Scomberomorus brasiliensis</u> (Collette, Ruso y Zabala-Canin)
Sierra blanca	<u>Scomberomorus cavalla</u> (Cuvier)

Nombres vulgares	Nombres científicos
Tiburón martillo	<u>Sphyrna spp</u>
Tiburón atunero	<u>Isurus spp</u>
Tiburón tigre	<u>Galeocerdo cuvieri</u> (Le Sueur)

5.5 MANIPULEO Y PRESERVACION DE LA CAPTURA

El manipuleo de los productos pesqueros es discontinuo y a veces irracional en América Latina.

Las normas sanitarias que regulan el manipuleo de los productos pesqueros, son de dos categorías :

- a) Indican la forma de reducir la contaminación del producto por la suciedad y las bacterias y señalan procedimientos para retardar el proceso de descomposición.
- b) Regulan el uso de los aditivos empleados para la conservación y/o para fabricar productos especiales.

Respecto al primer inciso, nunca debe descargarse el producto en la playa, se deben limpiar cuidadosamente todas las superficies que entren en contacto con aquel, tales como cubierta, cámara frigorífica, equipos de pesca y de proceso. Es muy desagradable encontrar arena de playa o de un muelle sucio en el producto, o

trozos de uñas o pelos en un filete de pescado o en una conserva. No se debe permitir que el operario labore sin guantes ni gorros protectores.

En cuanto al segundo inciso, debe restringirse y vigilarse el empleo de ciertos aditivos químicos que aunque retardan la descomposición del producto son extremadamente peligrosos, tales como los antibióticos, nitritos, antioxidantes, etc.

5.5.1 Manipuleo a Bordo

El correcto manipuleo de la captura a bordo, tiene por finalidad asegurar que el producto conserve su forma inicial hasta el momento del desembarco, dentro de lo posible.

Lo más importante es refrigerar el producto, evitar que se caliente posteriormente y mantener un elevado nivel de limpieza tanto en cubierta como en la bodega donde se va a estibar.

El adecuado diseño de las embarcaciones facilita el correcto manipuleo, pero pocos pescadores tendrán la fortuna de navegar en un barco ideal; todos-sin embargo- deben ejecutar las normas adecuadas.

Lo más importante es mantener la cubierta limpia y a baja temperatura, clasificar el producto rápidamente en pesca blanca y pes-

ca de arrastre, descabezar, lavar y refrigerar si es camarón; lavar, eviscerar, lavar nuevamente y refrigerar si es pescado grande o lavar y refrigerar si es pescado pequeño. Si no se concede importancia incluso a detalles que parecen insignificantes, el producto puede alterarse rápidamente.

El tiempo que transcurre entre la captura y el desembarco en puerto es casi siempre más largo que el tiempo transcurrido entre el desembarque y la venta. En consecuencia, el pescador es en gran parte el responsable del grado de frescura con que el producto capturado llega al consumidor.

5.5.1.1 Tratamiento de Diversas Clases de Pescado a Bordo

El tratamiento que debe darse al producto depende de la clase y tamaño de éste y del procedimiento que se utilice en la captura.

La pesca que se obtiene con redes de arrastre es a menudo una mezcla de diversas especies, siendo muy importante escoger y descartar el producto estropeado o que ha perdido calidad.

a) Peces grandes : es preferible que estos se desangren mientras estén vivos con el fin de obtener el tipo de filetes blancos exigidos por el consumidor.

En el caso del tiburón, el desangrado se hace con el fin de eli-

minar la mayor cantidad de úrea contenida en la sangre debido a que la acción bacteriana hace que aquella se fraccione en amoníaco y cause el deterioro de la carne, a menos que se someta a una conservación eficaz. Como el desangrado resulta más eficaz cuando el corazón está latiendo, el pez debe dejarse quieto unos minutos antes de comenzar a eviscerarlo. Luego de eviscerar se realiza un lavado minucioso, eliminando la sangre y los restos de vísceras que puedan haber quedado adheridas en el pez.

En las embarcaciones grandes y modernas se usan lavadoras mecánicas; pero, lo importante es que el recipiente en que se lave el pescado tenga agua corriente que se mantenga limpia mediante su constante renovación.

b) Peces pequeños : es difícil manipular los peces pequeños del mismo modo que los grandes, debido principalmente al tamaño, al hábito alimenticio y al lugar de captura. Si la pesca es de especies pequeñas, son importantes un buen lavado con agua fría y un buen método de conservación por frío, porque las operaciones tales como, el descamado, eviscerado y fileteado no pueden realizarse en modo alguno por los altos costos de operación que conllevan. Por otro lado, si los peces capturados son de hábitos planctónicos, es preferible no aprovecharlos en la fabricación de conservas (enlatados), porque el plancton tiene un sabor amargo o porque los peces se descomponen rápidamente después de morir y el vientre puede reventársele durante el almacenamiento en la em-

barcación.

c) Camarones : el principal problema del almacenaje del camarón fresco consiste básicamente en la aparición de la melanosis (formación de manchas negras) en la concha y la cabeza y que, en casos graves, origina también la decoloración de la carne afectando mucho la apariencia y por ende su valor.

Este fenómeno es producido por el empardamiento enzimático que se produce en el músculo por efecto de la tirosinasa, cuya acción es agravada por el oxígeno del aire cuando ha muerto el camarón.

Los experimentos que se han realizado en torno al caso demuestran que dicho empardamiento enzimático puede retardarse considerablemente cuando se efectúan arrastres rápidos, descabezando la pesca en la embarcación, lavando con abundante agua de mar y sometiendo al camarón a una inmersión en una solución de bisulfito de sodio al 2% durante 15 minutos para luego proceder a refrigerar.

El descabezado del camarón es una operación que toma tiempo pero es esencial para disminuir el deterioro de la calidad del crustáceo durante las largas faenas que efectúan generalmente los barcos camaroneros.

En cuanto a la solución de bisulfito de sodio, ésta debe ser preparada diariamente, ya que con el tiempo pierde su poder antioxidante.

dante.

d) Langostas, cangrejos, pulpos y calamares.

Es esencial que las langostas y cangrejos se mantengan vivos hasta cuando se vayan a utilizar, ya que muertos se descomponen rápidamente y son muy peligrosos si se consumen en mal estado; deben desecharse los animales muertos y trasladar rápidamente -los vivos- a un lugar fresco, colocarlos en cestas o cajas ventiladas, preferiblemente con algas marinas con el fin de mantenerlos en un ambiente húmedo. Pueden colocarse en lugares con temperatura entre 4°C y 10°C teniendo mucho cuidado de no ponerlos en contacto con hielo o con el agua dulce porque les origina la muerte; en el caso del pulpo y del calamar éstos se someten a lavados y refrigeración o congelación, de acuerdo a las condiciones del barco.

5.5.1.2 Métodos de Estiba

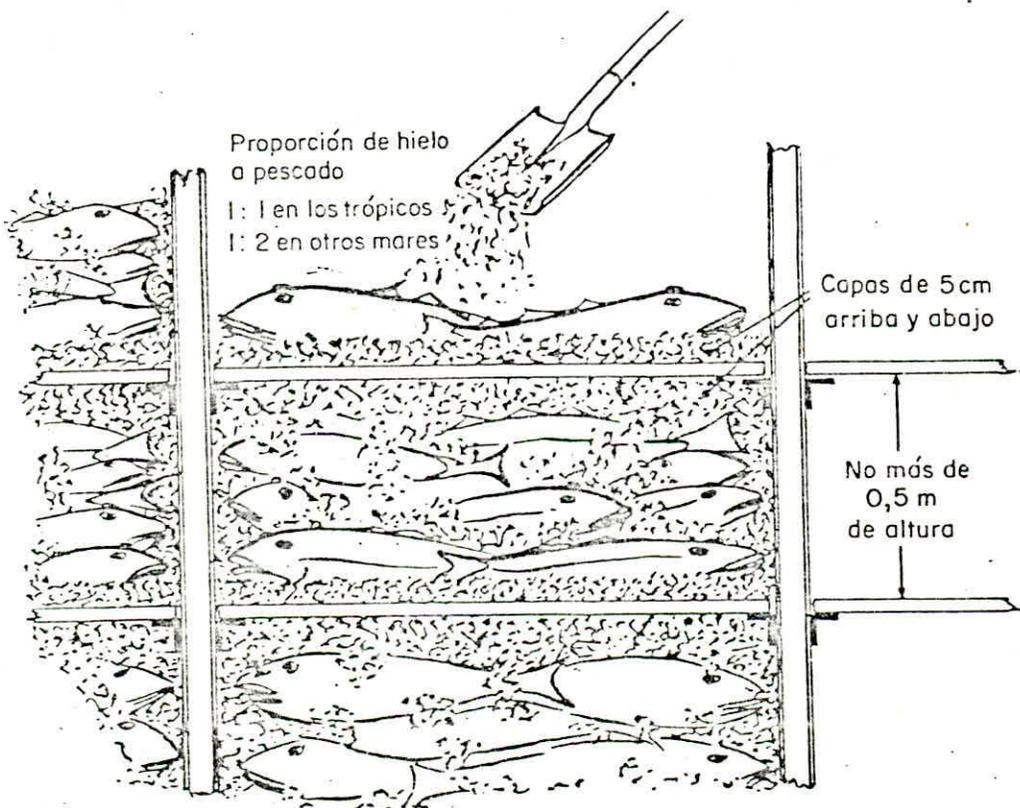
Los métodos de estiba pueden variar, pero los principales son: estiba a granel, estiba en cajas y estiba en estantes.

a) Estiba a granel : este es el método convencional de estiba empleado en los arrastreros de pesca de altura. El producto se estiba íntimamente mezclado con hielo en las bodegas.

En la estiba de capa delgada, el espesor total de las capas de

pescado-hielo no excede los 50 centímetros de profundidad. En la estiba de capa gruesa usada en los arrastreros de altura justamente después de la guerra, pero que hoy en día raramente se usa, el espesor de las capas de pescado-hielo es de 120 centímetros o incluso más.

FIGURA 7. Estiba a granel



Fuente : el hielo en las pesquerías. FAO

b) Estiba en cajas : cuando se realiza adecuadamente, una de las mejores maneras de estibar el producto consiste en colocarlo en cajas con hielo; esta modalidad no ha sido totalmente adoptada

por las flotas de pesca de arrastre en altamar. Aunque el producto se estiba con frecuencia en cajas con hielo, incluso aquellas fabricadas especialmente para ser usadas a bordo, no siempre poseen suficiente capacidad.

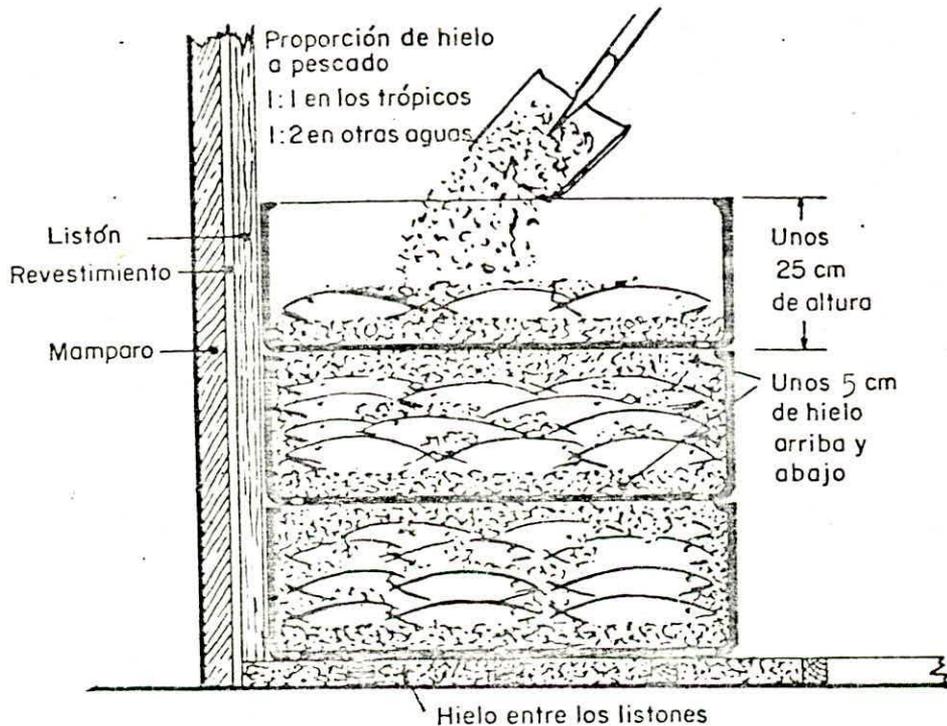
Si el producto se coloca en cajas, a bordo, se obtiene una mejor calidad que si se estiba a granel y de esta manera se consigue también la debida protección para el desembarque, ya que se hace en ellas mismas.

En lo que se refiere al llenado de las cajas, debe colocarse una capa de hielo de 5 centímetros de espesor, luego las cajas de pescado alternadas con capas de hielo, terminando con una capa superior de hielo de 5 cm de espesor y se debe tener mucho cuidado en no llenarlas, de tal forma que al estibarlos no ocasionen compresión los colocados en la parte superior; además, deberán colocarse sobre listones para separarlos del suelo y rellenar con hielo los espacios entre una pila y otra. (Ver Figura 8).

Para lograr un mejor aprovechamiento de la estiba en cajas deberán tenerse en cuenta detalles como :

- Estibar productos de la misma especie
- Estibar productos del mismo tamaño, preferiblemente
- Estibar una cantidad de producto no mayor a la capacidad estipulada.

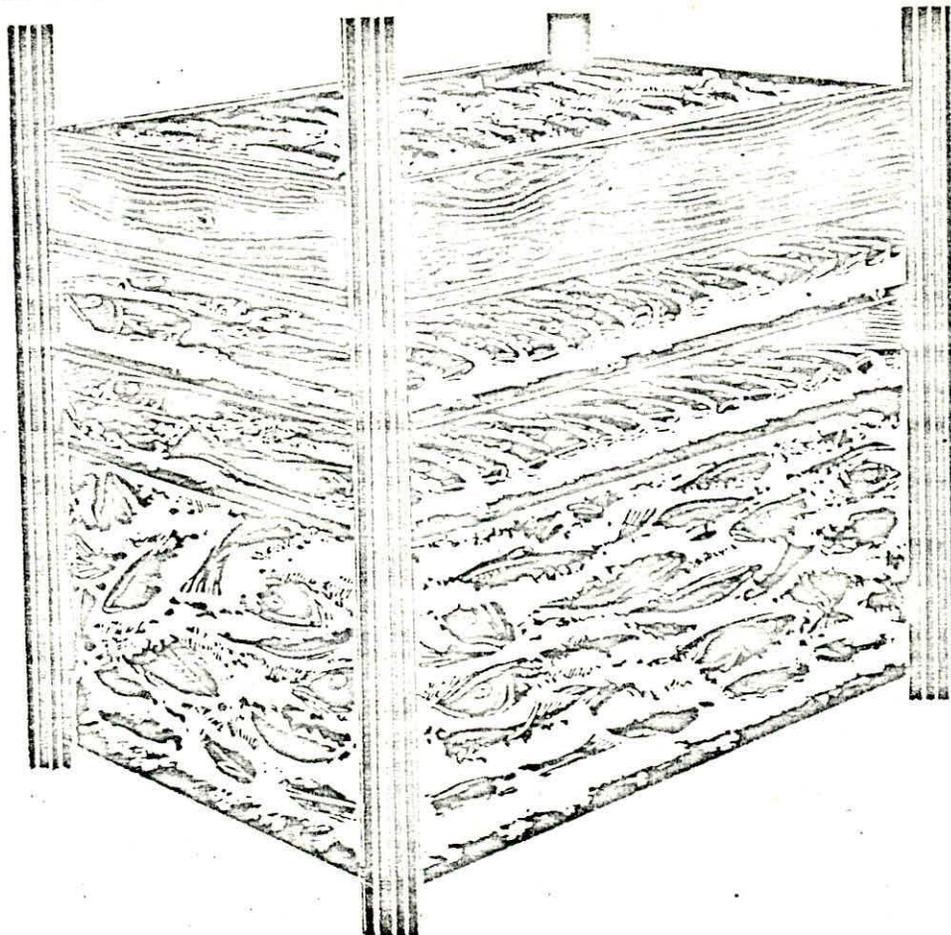
FIGURA 8. Estiba en cajas



Fuente : el hielo en las pesquerías. FAO

c) Estiba en estantes : aquí, el pescado se coloca formando una capa única con el abdomen hacia abajo, uno al lado de otro y cabeza con cola, sobre una capa de hielo dispuesta en el estante y se deja una cámara de aire entre el pescado y el estante superior. Otra modalidad similar a la anterior consiste en colocar una capa de pescado sobre el hielo -como en el caso anterior- y sobre aquella, una o más capas de pescado dispuestos alternativamente con el vientre hacia arriba y hacia abajo y colocando finalmente otra capa de hielo (Ver Figura 9).

FIGURA 9. Estiba en estantes y a granel



Fuente : el pescado y las industrias derivadas de la pesca. G.
Burgess

5.5.1.3 Programa de Inspección Sanitaria

Conviene que en cada barco pesquero se prepare un programa de inspección sanitaria, que en él participe toda la tripulación y que se asigne una función específica a cada tripulante en lo que se refiere a la limpieza y desinfección de la embarcación para que todas las partes de ella y sus equipos se asean periódicamente.

Debe enseñarse a los pescadores el empleo de los utensilios espe-

ciales de limpieza, el método de desmontar el equipo, la importancia de la contaminación y los peligros que ella acarrea.

5.5.2 Desembarque en Puerto

Cuando se hayan hecho todos los esfuerzos posibles para manipular y conservar el producto en la forma debida durante toda la faena, deben tenerse los mismos cuidados para evitar que la pesca se maltrate, debido a que la operación de desembarque es el eslabón más débil de la cadena. Por tanto, la descarga de la captura debe realizarse con cuidado pero sin demora -en cajas- evitándose la mezcla de pesca de días diferentes y que el músculo del producto se desgarré por el uso de garfios, palos, palas, horcas y otras herramientas, porque los lotes de calidad mixta suelen alcanzar bajos precios en el mercado.

No debe dejarse el producto de la pesca en el suelo ni en cualquier otra superficie sucia, ni exponerlo a la luz solar directa; además, el lugar donde se coloca áquel debe estar a una temperatura promedio de 18°C.

5.5.3 Recepción en Planta

La materia prima debe ser llevada hasta la planta lo más rápido posible después de su descarga en puerto; luego, se pesa y se procede a su respectivo control de calidad.

5.5.4 Control de Calidad

El término "calidad" aplicado a un producto puede no tener el mismo significado para todo el mundo. Por ejemplo, las personas prefieren diferentes grados de sabor en sus alimentos; las especies y el sabor preferidos en un país pueden no ser aceptados fácilmente en otro y podría discutirse cuánta importancia debe atribuirse a factores tales como la buena presentación del producto, la uniformidad en el tamaño y, en el caso de los camarones congelados, la presencia de camarones rotos y manchados en el paquete.

El control debe comenzar por la materia prima una vez llegue a la planta, la cual es en realidad el factor responsable de gran parte de los problemas, debido a la falta de un tratamiento adecuado y a menudo por las deficientes condiciones de almacenamiento antes de su llegada a la planta. El primer objetivo a lograr es, naturalmente, el mejoramiento gradual de la calidad de la materia prima mediante el rechazo de aquella de inferior calidad, por lo tanto, el único control realmente efectivo es aquel que se realiza en la planta y que está organizado como parte integral del proceso.

En el laboratorio de control de calidad se harán los análisis organolépticos, químicos y microbiológicos.

5.5.4.1 Análisis Organoléptico

a) Pescado : se determina el estado de frescura de éste teniendo en cuenta : el color de la piel, ojos, olor, aspecto y olor de las agallas, rigidez del músculo, cavidad abdominal y riñones; los cuales, serán evaluados por la Tabla 6.

b) Pulpo y calamar : se determina el estado de frescura de éstos teniendo en cuenta :

- Piel: brillante, lisa, suave, sin manchas sanguinolentas.
- Ojos: vivos, brillantes y salientes de sus órbitas
- Músculos: consistentes y elásticos
- Color: característico de cada especie
- Olor: sui generis.

c) Camarón : se recoge una muestra en una canastilla con capacidad aproximada de cinco libras, se lleva al laboratorio y se procede de la siguiente forma :

- Peso : se pesa el número de camarones contenidos en el recipiente de la muestra.

- Conteo : se cuenta el número de camarones contenidos en el recipiente de la muestra.

- Manchados : se pesan y cuentan los manchados para determinar el porcentaje de éstos que se tiene en la muestra.

TABLA 6. Determinación práctica del estado de frescura del pescado

Nombre Vulgar _____		Fecha de Captura _____		Nombre del Análisis _____			
Sitio de Captura _____		Aparejos Utilizados _____		Fecha y hora del Análisis _____			
Hora de Captura _____		Peso Total _____		Lugar donde se realizó el análisis _____			
Característica	Apreciación de Características y notas correspondientes.						ANÁLISIS ORGANOLEPTICO
	0	1	2	3	4	5	
Aspecto General	Muy bueno	Bueno	Regular	Aceptable	Malo	Pésimo	
PIEL	Color	Brillante	Colores Brillantes	Colores vivos	Colores pálidos	Colores muy feos	Decolorado
	Mucus	Transparente	Claro	Lechoso	Opaco	Grumoso	Marrón
OJOS	Brillante y Tenso	Pupila negra transparente abombada	Pupila algo pálida achatada	Córnea Opaca ligeramente hinchada	Córnea lechosa y hinchada	ACUOSA	ENTERO
OLOR	Fresco-Específico	Neutro	Olor a pescado	Olor fuerte a pescado	Olor a podrido	PETIDO	PESO
AGALLAS	Aspecto	Rojo brillante	Rojo brillante tegumentoso	Rojo pálido	Pardo rojizo	Marrón con abundante mucus	FILETE.....
	Olor	Fresco	Neutro	Olor a pescado un poco ácido	Olor fuerte a pescado ácido	Olor a podrido	INDICE DE FRESCURA...
Rigidez del músculo	Firme y elástico	FIRME	Algo suave	Suave	Blando	Flácido	APTO PARA:
CAVIDAD ABDOMINAL	Apariencia de frescura músculo adherido a las espinas.	Músculo firmemente adherido a las espinas sin coloración.	Músculo que empieza a separarse de las espinas algo colorado.	Músculo separado de las espinas ligeramente colorado	Músculo separado de las espinas al ración del color	Espinas libres color degenerado. Alterado totalmente.	CONSUMO INMEDIATO.....
RIÑONES	Rojo Brillante	Rojo algo menos brillante	Rojo Opaco	Pardo rojizo y algo grumoso.	Pardo y grumoso	Pardo Oscuro y grumoso	CONGELACION.....
<p>El índice de frescura (IF) se obtiene sumando las notas de las diferentes características y dividiendo el total obtenido por diez (10), que son el total de características analizadas</p>							
<p>Límites de Aceptación</p>							
<p>Congelación Máximo 1.5 Enlatado máximo 2,0</p>							
<p>Consumo Inmediato 2.5 Desechable Mayor 2.5</p>							
							OBSERVACIONES.....
						
						
						

- Afectados en la textura : se pesan y cuentan los afectados para determinar el porcentaje de éstos que se tiene en la muestra.
- Pedazos : se pesan los pedazos para determinar el porcentaje de éstos que se tienen en la muestra.
- Olor y sabor : se coloca en la estufa un Beaker con agua hasta su ebullición, se introducen entre cuatro y seis camarones por un tiempo de un minuto, se baja de la estufa y se nota el olor que desprende que debe ser fuerte a camarón y el sabor que sea normal a camarón.
- Textura y color : se determina de acuerdo a los porcentajes de manchados y afectados en la textura.

Los resultados de las pruebas se anotan en un formato a fin de evaluar el estado de la materia prima a procesar (Ver Tabla 7).

5.5.4.2 Análisis Químico

- Determinación de pH : se toman 50 gramos de la muestra y se licúan con 100 cc de agua destilada y luego se toma el pH con una cinta indicadora introduciéndola durante 10 minutos, luego se compara con los colores patrones de acidez o basicidad.
- pH entre 7,0 - 7,5 Normal

-pH mayor de 7,5 Anormal

A medida que aumenta el pH esto indica descomposición por la transformación de las proteínas del producto en amoníaco.

- Determinación cualitativa de Amoníaco libre en la muestra. Reactivo de Nessler.

Al homogenizado de la licuadora con que se ha determinado el pH, se le adiciona 100 cc de agua destilada y 1 cc de ácido clorhídrico (HCl) diluido para bajar el pH, posteriormente este homogenizado ya licuado es trasladado a un Erlenmeyer y puesto al baño María a 70°C, hasta que la muestra se torne espesa, se filtra y se recoge 10 cc en un Beaker al cual se le adiciona 1 cc del reactivo de Nessler. Si la muestra se torna de un color amarillo oscuro la prueba ha sido positiva y por consiguiente el producto presenta un estado avanzado de descomposición que continuará a todo lo largo del proceso. Este análisis se hace cuando el pH es mayor de 7,5 de lo contrario la prueba de Nessler es negativa. (Ver Tabla 7).

- Determinación de anhídrido sulfuroso (SO₂) en camarones congelados.

Soluciones a utilizar :

-Solución concentrada del medio absorbente.

TABLA 7. Formato de control para camarón

Fecha :		Control de calidad para camarón								Camarón	Datos de producción					
											Total		Manchados		Afect-Tex	
Embarcación :		kg		kg		%		kg			%					
Días de pesca :																
Destino																
Muestras	Químicos			Organolépticos				Total		Manchados		Afect. - Tex.		Pedazos		
	pH	Ness-ler	SO ₂ p.p.m.	Olor	Sabor	Tex.	Color	Conteo	Peso(kg)	Peso	%	Peso	%	Peso	%	
	1															
	2															
	3															
	4															
5																
Observaciones :																
										Firma :						

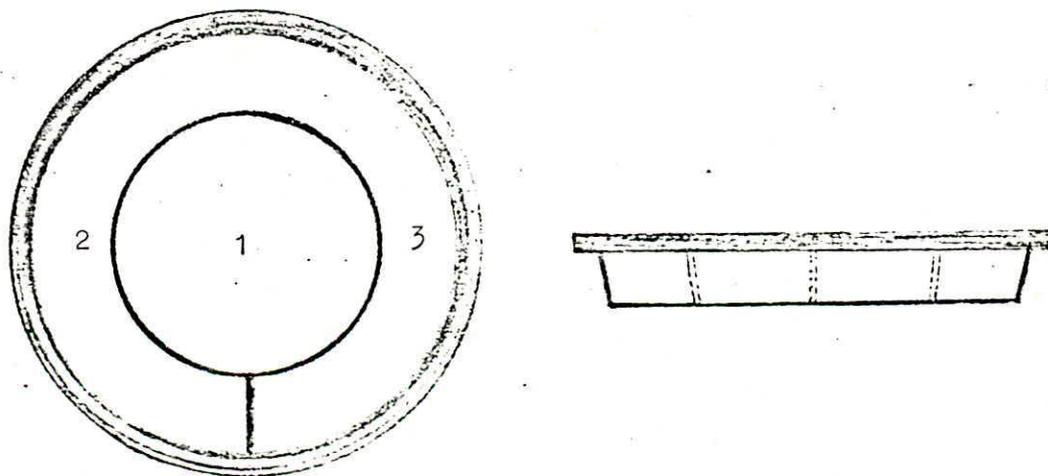
HgCl ₂	= 27,2 gramos
NaCl	= 11,7 gramos
NaN ₃	= 0,03 gramos
Glicerina	= 50 gramos

Se toman los 50 gramos de glicerina y se llevan a un balón de un litro con agua destilada, luego se sacan 100 cc de esta solución para agregar el resto de los reactivos y después completar con la misma solución antes sacada a un litro.

- Solución diluida del medio absorbente : se toma una parte de solución concentrada absorbente y tres partes de agua destilada.
- Solución de ácido fosfórico al 25% : se toman 29,4 cc de ácido fosfórico al 25% y se completa a volumen con agua destilada.
- Solución saturada : se toman 16 gramos de cloruro de mercurio (HgCl₂) y se llevan a 200 cc con agua destilada.
- Solución de Formalina-P-Rosanilina : esta es la solución que acentúa el color del SO₂.
- Solución standar : solución de concentración conocida.
- Solución en blanco : solución que sirve para ajustar el espectrofotómetro.

Preparación de la muestra : se toman 150 gramos de la muestra aproximadamente, se descongelan y lavan suavemente con agua circulante, luego se desconchan y se muelen, de este molido ya homogenizado se toman para el análisis 10 gramos, se maceran con los primeros 30cc de reactivo diluido de la solución absorbente. Después se agregan 40 cc del mismo reactivo para completar 70 cc de esta solución; luego, se adicionan 20 cc de solución saturada y se deja en reposo durante 30 minutos, se filtra y de este filtrado se toma 1 cc para colocarlo en una célula de Conway.

FIGURA 10. Célula de Conway



1. Aro interno : 1cc de solución absorbente concentrada; 2. Aro externo lado izquierdo : 1cc de solución de la muestra; 3. Aro externo lado derecho : 0,2 cc de solución de ácido fosfórico.

En los bordes de la célula de Conway se pone vaselina para que se pegue la tapa y se ajusta con una abrazadera; luego se lleva a una estufa a 37°C por un tiempo de 90 minutos. Se sacan de la estufa

y se recoge la parte central que es donde se encuentra la solución absorbente con el SO_2 . Se pasa a un tubo de ensayo con tapa y se completa hasta 5 cc con solución absorbente concentrada, luego se añade 1 cc de solución de P-Rosalina que desarrolla el color de acuerdo a la cantidad presente en la muestra; se lee en el espectrofotómetro calibrando primero a "0" transmitancia y luego con el blanco a 100% transmitancia.

$\frac{\text{Lectura de la muestra}}{\text{Lectura standar}} \times 50 \times \text{Factor de dilución} = \text{ppm}$

5.5.4.3 Análisis Microbiológico

Es bien sabido que una de las causas más frecuentes de alteración y descomposición de los alimentos es debida a la acción bacteriana y cambios autolíticos que persisten en los productos pesqueros después de la captura, aunque su acción es inhibida en gran parte por el frío, continúan su acción ciertas bacterias psicrotolerantes o psicrófilas como son las bacterias del género pseudomonas, achromobacter, etc., que resisten temperaturas por debajo de 0°C . Con el fin de llevar un control sobre la población bacteriana en el producto es necesario realizar las pruebas de control microbiológico en el laboratorio.

Se preparan los medios de cultivos y se hacen las diluciones correspondientes.

Los principales medios de cultivo que se utilizan son :

- Agua peptonada al 1/1.000.

Este medio se utiliza para enriquecimiento previo no selectivo de bacterias y en especial, de enterobacteriaceas patógenas a partir de alimentos y otros materiales. El enriquecimiento previo en este medio de cultivo permite obtener rendimientos más elevados de enterobacteriaceas patógenas, especialmente si se trata de gérmenes dañados subletalmente. Se hace la siembra del medio de cultivo con el material de muestra y se incuba unas 18 horas a 37°C.

A continuación se resiembra en medios nutritivos selectivos de enriquecimiento.

- Caldo Brila (Caldo-verde-brillante-bilis-lactosa).

Es un medio para enriquecimiento selectivo y numeración de gérmenes mediante determinación del título, o según la técnica NMP de *Escherichia coli*.

La bilis y el verde brillante inhiben notablemente el crecimiento de la flora indeseable acompañante, incluso clostridios degradadores de la lactosa como el *cl. perfringens*. La fermentación de la lactosa con formación de gas, es el indicativo de la presencia de *E. coli* y se demuestra mediante la campana de Durham.

- Caldó para enriquecimiento de estafilococos.

Para determinación del número de gérmenes según la técnica del NMP y para enriquecimiento selectivo de estafilococos.

Este medio ofrece una selectividad elevada, inhibiendo casi completamente los gérmenes acompañantes. El crecimiento de estafilococos se pone de manifiesto por una coloración negra debida a la reducción del telurito a telurio metálico. Se hace la siembra en cada tubo que contiene 15 cc de caldo a los cuales se le agregan 1 cc de muestra de acuerdo a cada dilución y se recubre la superficie con parafina líquida espesa esterilizada. Se hace la incubación entre 18 hasta 24 horas a 37°C.

- Caldo de enriquecimiento de selenito cistina.

Se utiliza para enriquecimiento selectivo de salmonella y, eventualmente shigella sonnei.

El selenito inhibe el crecimiento de bacterias intestinales coliformes y enterococos, principalmente en las primeras 6 hasta 12 horas de incubación. Salmonella, proteus y pseudomonas no son reprimidas.

La muestra se introduce en el caldo preparado y se incuba hasta 24 horas a 37°C.

- Esterilización de los medios de cultivos y dilución de las mues-

tras.

Los medios de cultivos a excepción del selenito cistina que se prepara a 60°C, se esterilizan en autoclaves a 121°C y 15 libras de presión durante 15 minutos.

Las diluciones más usuales son : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , etc. Se toman 25 gramos de muestra y se diluyen en 225 cc de agua destilada que sería la dilución 10^{-1} , de ésta se toman 10 cc y se le adicionan 90 cc de agua destilada que sería la dilución 10^{-2} y así sucesivamente hasta las diluciones que se requieran.

6. ESTUDIO DE MERCADO

El objeto del estudio de mercado es definir para un determinado período las posibilidades de venta de la producción que tiene el proyecto, precio de venta del producto, canales de comercialización, así como también la preferencia de los consumidores.

6.1 CARACTERISTICA DEL PRODUCTO

El producto es presentado congelado en varias modalidades detalladas a continuación :

a) Pescado entero : se presenta en bandejas de icopor con bolsas plásticas (cloruro de polivinilo) embaladas en cajas de cartón parafinado de 20 kilogramos.

b) Pescado en filetes :

- Cartilaginosos : se presenta en bolsas plásticas de 1 y 2 kilogramos , embaladas en cajas de cartón parafinado de 20 kilogramos.

- Oseos : se presentan igualmente que los pescados enteros.
- c) Pescado en rodajas : igualmente que los pescados enteros.
- d) Pulpo y calamar : igualmente que los cartilagosos.
- e) Camarón : se presenta en bolsas plásticas de 1 kilogramo empaquetadas en cajas de cartón parafinado de 20 kilogramos.

6.2 SITUACION Y ESTRUCTURA DE LA DEMANDA

La demanda determina el volumen de bienes o servicios procedentes de una nueva unidad productora que podría absorber el mercado.

Si la demanda total existente no está satisfecha, la producción a que corresponde el proyecto se sumará a la oferta de los demás proveedores y sólo se incrementará el volumen actual de transacciones del mercado, orientándose el estudio a cuantificar esta demanda insatisfecha.

Para tener un dato estimativo del consumo de producto pesquero en la ciudad de Santa Marta, se elaboraron encuestas en varios sectores teniendo en cuenta el ingreso económico de la familia.

Zona 1 Altos ingresos

Zona 2 Medianos ingresos
 Zona 3 Bajos ingresos

En la siguiente Tabla se detallan los resultados de las encuestas :

TABLA 8. Datos indicativos sobre consumo de carnes en la ciudad de Santa Marta

Zona	No. Encuestas	No. Personas	Promedio personas hogar	Carne consumida por semana (Kg)	Pescado consumida por semana (kg)
1	57	399	7	680	204
2	57	370	6,5	565	192
3	57	479	8,4	600	274

En las familias de altos ingresos se observa que del consumo total de carnes por semana, solamente el 30% corresponde a productos de la pesca y las especies de mayor consumo son : pargo, merro, sierra y camarón.

En las familias de medianos ingresos, el consumo alcanza el 34% del total de carnes consumidas por semana y las especies de ma-

por consumo son : jurel, mojarra, sierra, camarón y róbalo.

En las familias de bajos ingresos, el consumo es del 46,5% del total de carnes consumida por semana y muestran preferencia por especies de gran demanda popular como el Bonito, Bocachico, Lisa, Ojo Gordo, y otras especies marginales.

El consumo per cápita de productos de la pesca por semana estimado para la ciudad de Santa Marta es de 0,54 kilogramos.

Los resultados de las encuestas se proyectaron para toda la población, que cuenta con 245.800 habitantes (1984).

De acuerdo a lo anterior la demanda semanal estimada para la ciudad de Santa Marta es de 132.732 kilogramos; de la cual, el 14% está cubierto por supermercados, mercado público, pescaderías, cooperativas, pregoneras ambulantes, detallados en la Tabla 9.

6.3 TAMAÑO

Cuando se habla de tamaño de un proyecto se suele aludir a su capacidad de producción durante un período de tiempo que se considera normal para las circunstancias y tipo de proyecto de que se trata. También hay que especificar el número de días al año y el número de horas al día en que se proyecta hacer trabajar la fábrica para obtener esa producción.

TABLA 9. Estructura de la demanda de productos de la pesca en Santa Marta para el año 1985

Nombre entidad	Cantidad (kg/semana)	Presentación
Cajamag	1.400	Congelado entero, filetes y en rodajas
Olimpica	2.000	Congelado entero y en filetes
Pescadería Pesca y mar	550	Congelado entero, filetes, rodajas, camarón, pulpo y calamar
Pescadería Tasajera	400	Congelado entero, filetes y en rodajas
Pescadería los almendros	200	Congelado entero y en rodajas
Mercado público	4.200	Enhielado entero, rodajas
Pregoneras ambulantes	7.000	Enhielado entero, rodajas
Cooperativa Terminal Marítimo	900	Congelado entero
Pescadería cardumen	600	Congelado entero y en rodajas
Cooperativa integral de pescadores de Taganga	1.210	Congelado entero
TOTAL	18.460	

Fuente : los autores

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño del proyecto es generalmente la cuantía de la demanda que ha de atenderse.

6.3.1 Volumen de Captura

El volumen de captura que va a manejar la P.P.P.T., es de suma importancia porque determina la envergadura que debe poseer el proyecto, ya que de acuerdo a él se diseñan la capacidad de las cámaras tanto de congelación como de conservación.

El volumen estimado para el año 1985 procede de los datos obtenidos de la Cooperativa integral de pescadores de Taganga, del proyecto de la Cooperativa de Ingenieros Pesqueros y del proyecto presentado por la P.P.P.T.

6.3.1.1 Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga

Esta cooperativa sólo absorbe el 30% de la producción pesquera que llega a la población que a su vez, es apenas el 15% de la captura total de toda el área de influencia.

Como la población no cuenta con Cámaras de congelación ni de conservación, es la P.P.P.T., quien prestará este servicio cómodo para los pescadores de la zona en mención.

El dato de producción comercializada por la Cooperativa -suministrado por el Gerente- para el año 1985 ascendió a 121.000 libras/año. Puesto en marcha el servicio mencionado, se espera un mayor flujo de producto por parte de los pescadores hacia la P.P.P.T., porque ellos se verán beneficiados ya que su producto será conservado de la mejor forma posible por personal altamente calificado -Ingenieros Pesqueros- hasta que aquel organice su distribución. Por lo tanto, se espera un incremento del 15% hasta el 25% en lo que se refiere a toda el área de influencia.

6.3.1.2 Planta Piloto Pesquera de Taganga y Cooperativa de Ingenieros Pesqueros

Como las embarcaciones que se proyectan adquirir son de la misma denominación, se toman como datos conjuntos.

Se aclara que el número de faenas/año (14) proyectado por la P.P.P.T. se considera reducido, pudiendo ser fácilmente duplicado (28).

De acuerdo con los requisitos de producción de la motonave "Corozal" adscrito a la empresa pesquera PESTOLU, siendo la primera embarcación tipo del país, se tiene :

Número de embarcaciones	3
Número de faenas/embarcación	28
Días/faena	9

Días efectivos de pesca/faena 8

El volumen estimado que va a manejar la planta es de 300.000 libras/año (150 toneladas/año) distribuídas de la siguiente forma:

P.P.P.T. y COOINPES	97.440 libras/año
Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga	121.000 libras/año
Otros (pescadores, pescaderías, etc.)	81.560 libras/año
TOTAL	300.000 libras/año

6.3.2 Capacidad de Producción

La planta estará manejando un volumen de 97.440 libras/año (48.720 kg/año) considerando de éste un 10% para prácticas docentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que el volumen que va a procesar y comercializar la Planta en la Línea es de 86.696 libras/año (43.848 kg/año), ya que al producto de la Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga y al de los pescadores y pescaderías del área se le prestará servicios de congelación y conservación.

Lo capturado por las embarcaciones de la P.P.P.T. y de la Cooperativa de Ingenieros Pesqueros (COOINPES), se toman como datos



conjuntos porque van a ser procesados y comercializados por la P.P.P.T.

El volumen capturado está distribuido de la siguiente forma :

Camarón	680 libras/faena	x 3	57.120 libras/año
Pulpo y calamar	120 libras/faena	x 3	10.080 libras/año
Pescado	360 libras/faena	x 3	30.240 libras/año
Total			97.440 libras/año

La capacidad de producción de la P.P.P.T., en la línea está dada por el volumen procesado menos el porcentaje de pérdidas que sufre la materia prima durante el proceso.

Se tomó como porcentaje de pérdidas el 20%.

Volumen procesado	86.696 libras/año
Pérdidas por proceso	17.339,2 libras/año
Capacidad de producción	69.356,8 libras/año

De acuerdo a lo anterior, la P.P.P.T., va a producir un volumen semanal de 693,56 kilogramos, cubriendo así el 0,52% de la demanda local.

6.4 PRECIOS Y COSTOS ACTUALES

Los productos pesqueros se han ofrecido a veces con grandes variaciones de precio. Ese es uno de los factores que contribuyen a frenar su consumo; después de todo, la gente está ya acostumbrada a que se violen los precios oficiales y no se extraña de que lo mismo ocurra con el pescado. Es difícil convencer a la gente que compre productos sujetos a tremendos vaivenes de precios, ya que en nuestro país la aplastante mayoría de la población vive "al día" y las amas de casa tienen que hacer milagros para ajustar su presupuesto a los precios de los alimentos. No pueden vivir en la incertidumbre de qué precio tendrá mañana el pescado, Si es más alto de lo que esperaban, seguramente no volveran a pensar en comer pescado durante mucho tiempo.

Puede argüirse, ciertamente, que habrá días en que los precios sean muy bajos y las amas de casa podrán aprovechar para hacer reservas de pescado barato. El hecho es que muy pocas amas de casa tienen dinero suficiente para comprar más de lo que consumirá la familia ese día; por lo demás, es obvio que la gente no recordará que a veces el pescado es barato, sino que a veces es muy caro. Esa imagen negativa hará que no lo busque.

La falta de costumbre del público para consumir muchas especies baratas y de buena calidad frena también el consumo, ya que existe un insuficiente abastecimiento de la media docena de especies tradicionalmente solicitadas por los consumidores. Tampoco tiene el consumidor de nuestra región costumbre de comer pescado conge-

lado y esto limita las posibilidades de abastecimiento en épocas de gran demanda.

Tradicionalmente el consumo de pescado en el país ha sido muy bajo. Con excepciones regionales, menos de una quinta parte de los hogares Colombianos consume regularmente productos pesqueros y el consumo per cápita es uno de los más bajos del mundo.

Según estadísticas internacionales, en 1983 el colombiano consumió 4 kilos y medio, cuando el promedio mundial fue de 13 kilos y en el japonés se consumían 70 kilos. Entre 132 naciones que poseen registros de consumo de pescado, Colombia ocupa el lugar 112.[†]

Para que una campaña de promoción de consumo tenga buen éxito se deben atacar simultáneamente tres aspectos :

Incremento de las capturas que exige el público, mantener pocas oscilaciones en los precios y educación de los consumidores para crearles nuevos hábitos.

6.4.1 Precios Actuales de las Especies Comerciales del Area

Se presenta información sobre los precios de venta a los que operará la planta.

[†]. Revista Cayuco. Ejemplar No. 6.

TABLA 10. Precios de las especies comerciales en la P.P.P.T.

Nombre	\$/kg
Albacora	210
Atún	288
Bacalao	240
Bonito	288
Cachorreta	210
Calamar	170
Camarón	950
Carite	300
Cojinoa	234
Coroncoro	100
Dorado	160
Jurel	200
Medregal	312
Mero	312
Mojarra	368
Pargo	300
Pulpo	170
Róbalo	300
Rubia	300
Sábalo	280
Salmón	238
Sierra	430
Tiburón	105

6.4.2 Costos Actuales de Congelación y Conservación en la P.P.P.T.

Se presenta información sobre los costos por servicios de congelación y conservación a que operará la P.P.P.T.

6.4.2.1 Congelación

El costo que tiene la planta para congelar una tonelada de producto es \$ 828,71.

$$RB = \frac{P - \text{Costo congelación / tonelada}}{P}$$

RB = Rentabilidad bruta, la cual se fija dependiendo del margen de ganancia deseado.

$$RB = 20\%$$

P = Precio para congelar una tonelada

$$P = \frac{\text{Costo cong./ton}}{0,80} = \frac{828,71}{0,80} = \$ 100 / \text{kilo}$$

6.4.2.2 Conservación

El costo que tiene la planta para conservar una tonelada de producto por día es de \$ 377,5.

$$RB = 20\%$$

$$P = \frac{377,5}{0,8} = \$ 471,87 / \text{ton/día}$$

$$P = \$ 0,50/\text{kilo/día}$$

7. INGENIERIA DEL PROYECTO

Dentro de la actividad pesquera industrial en el país la industria del camarón es lo más importante, invirtiéndose en ella el mayor esfuerzo tanto humano como económico, siendo de carácter secundario los procesos referentes a la pesca blanca, porque son muchas las empresas dedicadas a aquella actividad ya sea en extracción y/o proceso. Las técnicas empleadas en la mayoría de estas empresas, tanto en la extracción como en el proceso, apenas han variado desde el comienzo de esta actividad en la década del 50.

Unicamente se puede observar que hay mayor esfuerzo pesquero, aumento en la potencia de las máquinas de las embarcaciones, han mejorado los métodos de conservación a bordo y en planta y se ha aumentado la potencia y capacidad de las máquinas utilizadas en planta, lo cual repercute en una mayor autonomía de pesca, mayor capacidad de extracción y/o proceso y una reducción considerable en los costos.

7.1 SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO

Comprende las técnicas a seguir y el respectivo control de calidad de la materia prima desde la extracción hasta la obtención de un producto de óptima calidad y que será presentado como pescado entero congelado, pescado en filetes, pescado en rodajas (postas), camarón congelado y calamar y pulpo congelado.

7.1.1 Operaciones Comunes a las Cinco Líneas

7.1.1.1 Captura

Se realizará con redes de arrastre, redes agalleras, palangres y líneas de mano con el propósito de lograr las especies aptas para la producción.

7.1.1.2 Lavado

Se realizará tan pronto llegue a bordo la captura, se lavará toda la materia prima con suficiente agua de mar limpia con el objeto de eliminar el limo y el mucus adheridos a la concha, piel o escamas.

7.1.1.3 Clasificación

Se iniciará apenas termine el lavado y se tendrán en cuenta la especie y el tamaño, ya que ellos determinaran variantes en cuanto al proceso se refiere.

Esta operación se realizará manualmente.

7.1.2 Operaciones Para la Pesca Blanca

7.1.2.1 Operaciones Comunes a Las Tres Líneas de Pescado

7.1.2.1.1 Descamado y/o Eviscerado

Todas las especies deberán ser descamadas y evisceradas a excepción de aquellas que por su tamaño se almacenarán enteras y con escamas (peces pequeños y de poco valor).

Cuando el producto de la pesca sea tiburón o peces de gran tamaño, serán desangrados mediante cortes especiales.

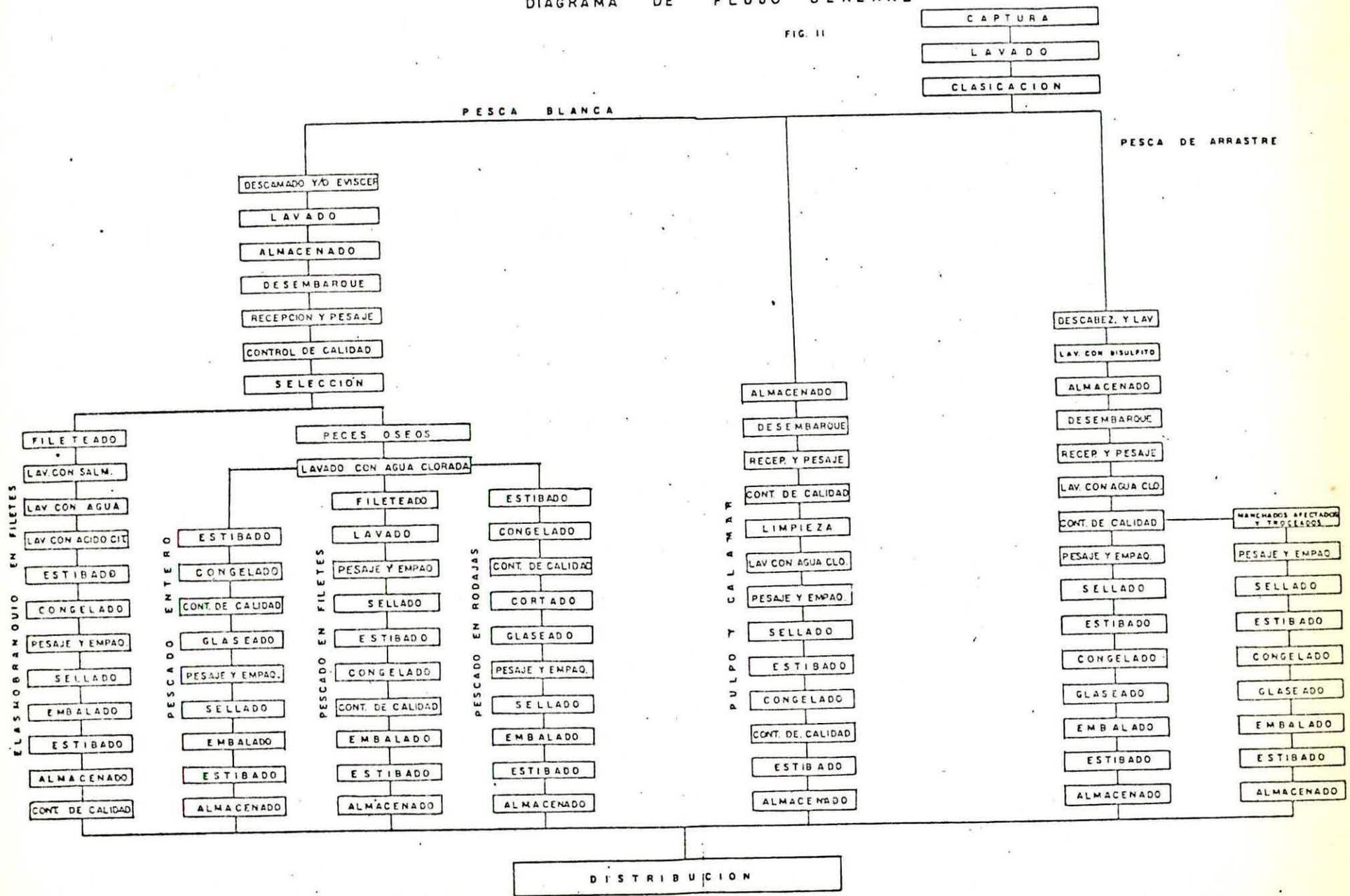
7.1.2.1.2 Lavado

Una vez descamada y eviscerada la materia prima, se someterá a un lavado riguroso con agua de mar. Lo mismo se aplicará al tiburón y a los peces pequeños.

7.1.2.1.3 Almacenado

Se estibarán lo más rápido posible y de acuerdo con la conveniencia del caso. El tiburón y los peces grandes se estibarán a granel y separados entre sí y de los otros peces.

FIG. 11



El medio de conservación a utilizar será el hielo picado, la relación hielo/pescado variará entre 1 : 2 y 1: 1 de acuerdo con las condiciones medio-ambientales y de captura.

7.1.2.1.4 Desembarque

Se realizará en el Puerto de Taganga utilizando cajas y evitando mezclar la pesca de diferentes días y el maltrato del producto. Se hará uso de un vehículo apropiado para trasladar el producto a la P.P.P.T. lo más rápido posible.

7.1.2.1.5 Recepción y Pesaje

Se hará la recepción en un local adecuado para tal fin que presente una T^o adecuada de trabajo y se pesará.

7.1.2.1.6 Control de Calidad Organoléptica

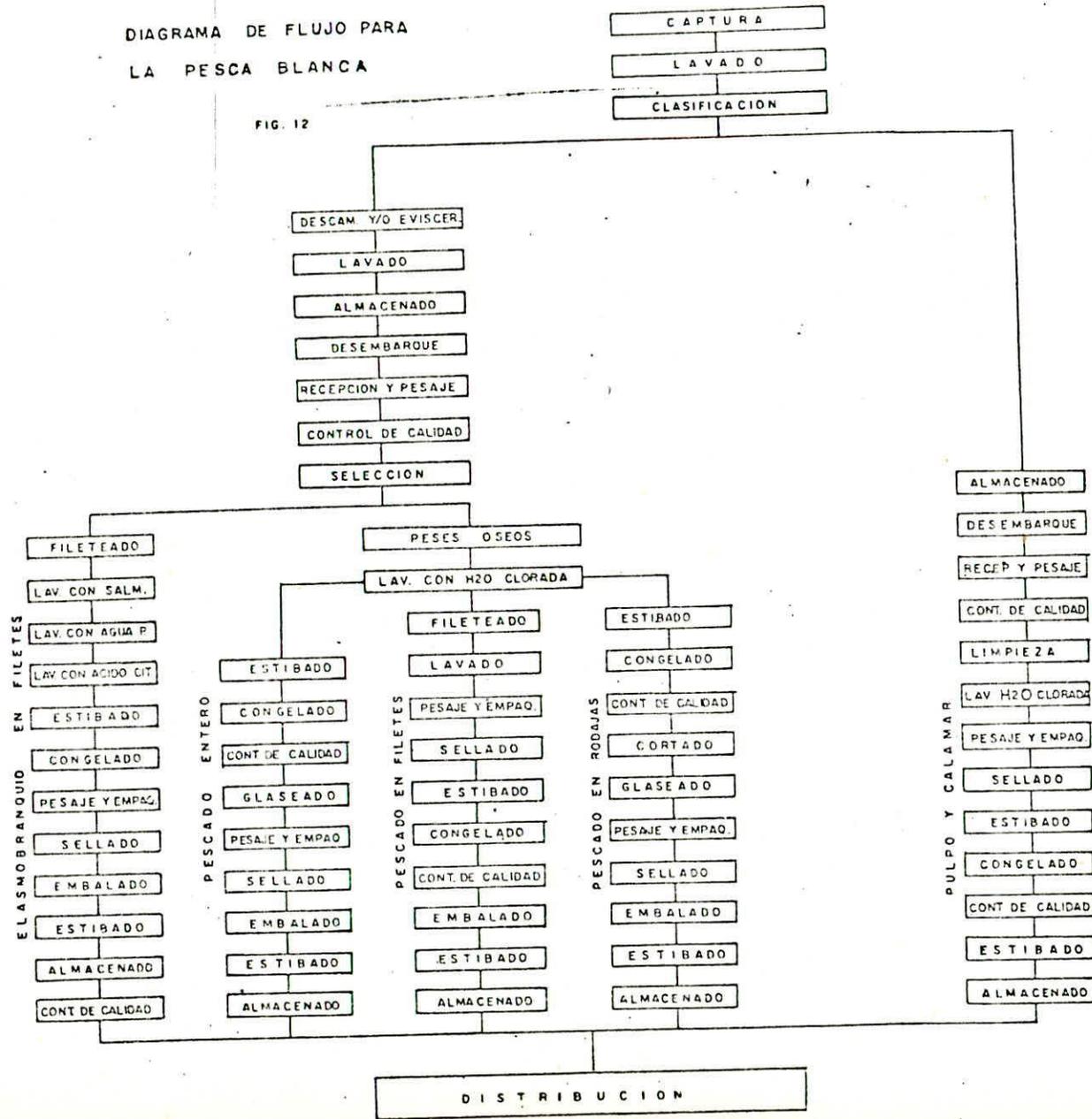
Se realizará el análisis organoléptico al producto recibido y se determinará la línea de proceso de mayor rendimiento para cada caso; además, del concepto previo de aceptación o rechazo del lote recibido.

7.1.2.1.7 Selección por Especie y Tamaño

Se depositará la materia prima en diversas canastas plásticas de

DIAGRAMA DE FLUJO PARA
LA PESCA BLANCA

FIG. 12



acuerdo con su tamaño y especie, que serán otras variantes determinantes del proceso requerido, debido a que se tendrían Elasmobranquios y peces óseos. Esta operación se realizará manualmente.

7.1.2.2 Línea de Elasmobranquio en Filetes

7.1.2.2.1 Fileteado.

Se realizará sobre mesas de acero inoxidable, movibles, con soportes de aluminio y con el fin de separar la parte muscular de la parte cartilaginosa. El filete se presentará sin piel y se evitará la presencia de coágulos de sangre.

Las dimensiones de dichas mesas serán :

Largo = 2,43 m

Ancho = 1,21 m

Altura = Sobre el piso = 1,06 m

7.1.2.2.2 Lavado con Salmuera

Los filetes obtenidos se colocarán en salmuera al 5% durante 30 minutos . Para esto se contará con tinas de acero inoxidable de 1000 litros de capacidad.

7.1.2.2.3 Lavado con Agua Potable

Se hará uso de agua potable fría con temperatura de 10°C y de la tina de lavado de acero inoxidable.

7.1.2.2.4 Lavado con Acido Cítrico

Se utilizará una solución al 0,5% de ácido cítrico.

7.1.2.2.5 Estibado

Se hará uso de la estiba en canastas de cloruro de polivinilo (P.V.C.) con capacidad para 25 kg.

Sus dimensiones serán :

Externas : largo = 0,60 m	Internas : largo = 0,56 m
ancho = 0,40 m	ancho = 0,36 m
alto = 0,25 m	alto = 0,22 m

7.1.2.2.6 Congelado

Se realizará en una cámara de congelación modular que alcance temperaturas interiores de $-30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

7.1.2.2.7 Pesaje y Empaquetado

Se realizará el pesaje y se empaquetará en bolsas de coloruro de

polivinilo (plástico transparente) de uno y dos kg de capacidad.

7.1.2.2.8 Sellado

Se sellarán las bolsas con una máquina selladora al vacío para que queden completamente adheridas al producto. La permeabilidad de dichas bolsas deberá ser de $0,6 \text{ m}^2/\text{día}$.

7.1.2.2.9 Embalado

Se utilizarán cajas de cartón parafinado de 20 kg de capacidad, que serán cerradas con bandas plásticas.

7.1.2.2.10 Estibado

Se hará uso de la estiba mixta de acuerdo con la conveniencia, es decir, estiba en canastas y en estantes.

7.1.2.2.11 Almacenado

Se utilizará una cámara frigorífica modular que alcance temperaturas interiores de $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y dotada de la estantería metálica requerida.

7.1.2.2.12 Control de Calidad

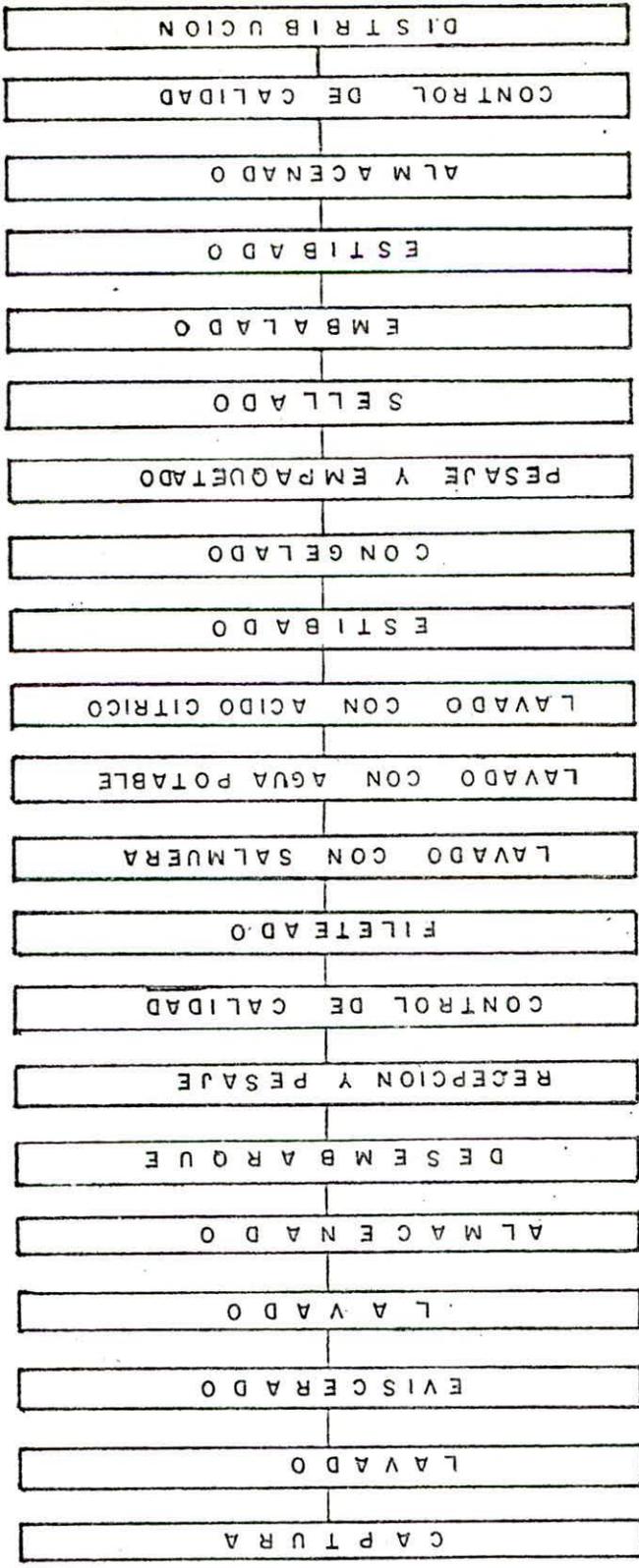


FIG. 13

DIAGRA. DE FLUJO PARA LA LINEA DE ELASMOBRANQUIO EN FILETES

DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA LINEA DE ELASMOBRANQUIO EN FILETES

FIG. 14

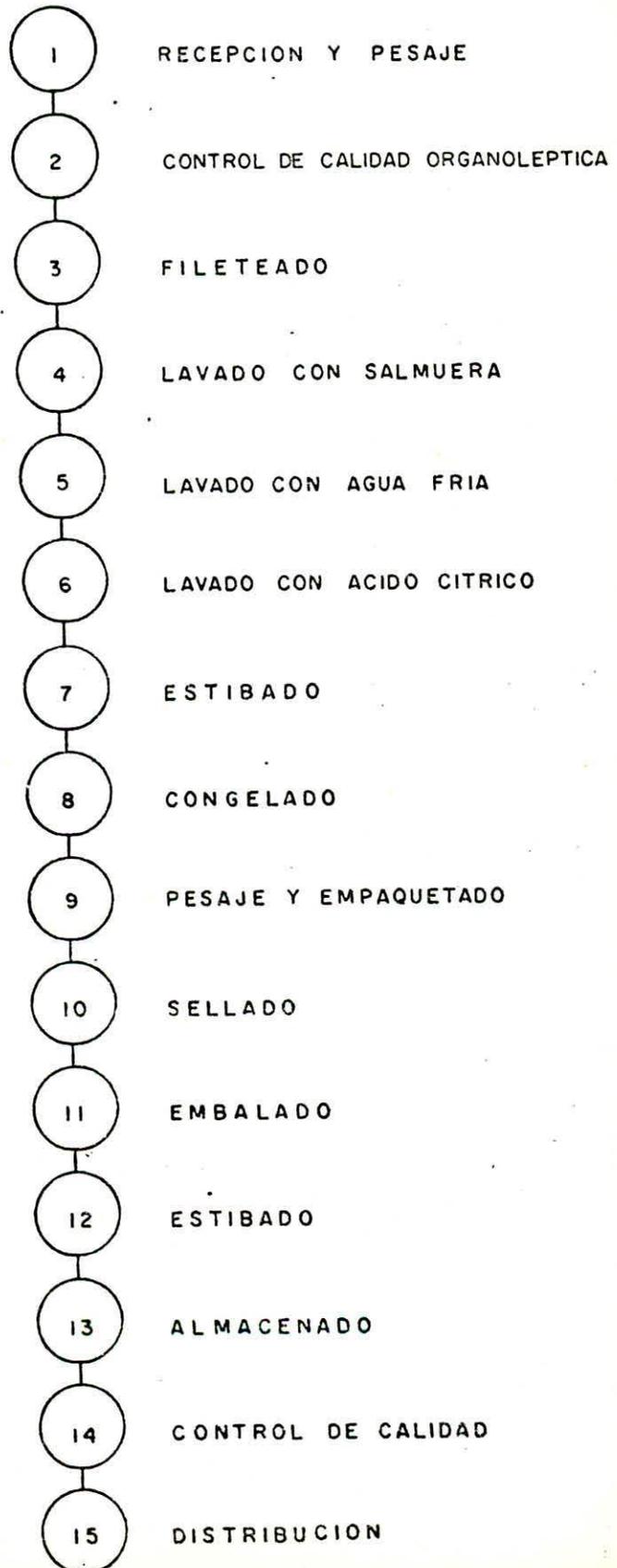
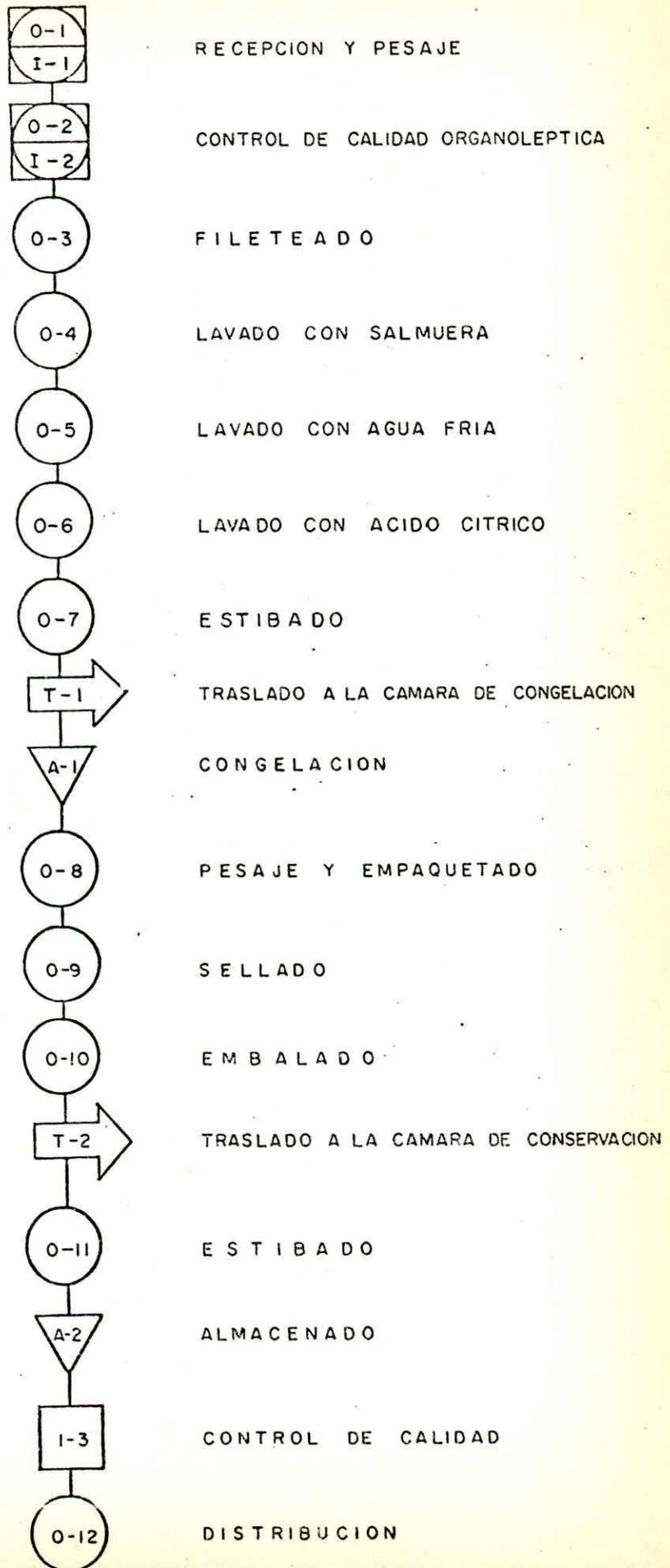


DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA LINEA DE ELASMOBRANQUIO EN FILETES

FIG. 15



Se tomarán muestras al azar del lote que sale de la cámara de conservación, antes de su distribución.

Se le practicará un examen riguroso y a la vez rápido que determine la calidad del producto.

7.1.2.2.13 Distribución

Se distribuirá el producto de acuerdo con los canales de comercialización que especifique o determine la P.P.P.T., anotando que se efectuará en un vehículo refrigerado.

7.1.2.3 Línea de Pescado en Filetes

7.1.2.3.1 Lavado con Agua Clorada

Se realizará con agua potable fría que contenga 20 P.P.M. de cloro libre y utilizando las tinas de acero inoxidable con capacidad de 500 litros. La temperatura del agua será de 10°C.

7.1.2.3.2 Fileteado

Se efectuará con el objeto de separar la parte muscular de la parte ósea. Los filetes obtenidos serán presentados sin piel ni espinas y se evitará la presencia de coágulos de sangre.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA LINEA DE PESCADO EN FILETES

FIG. 16

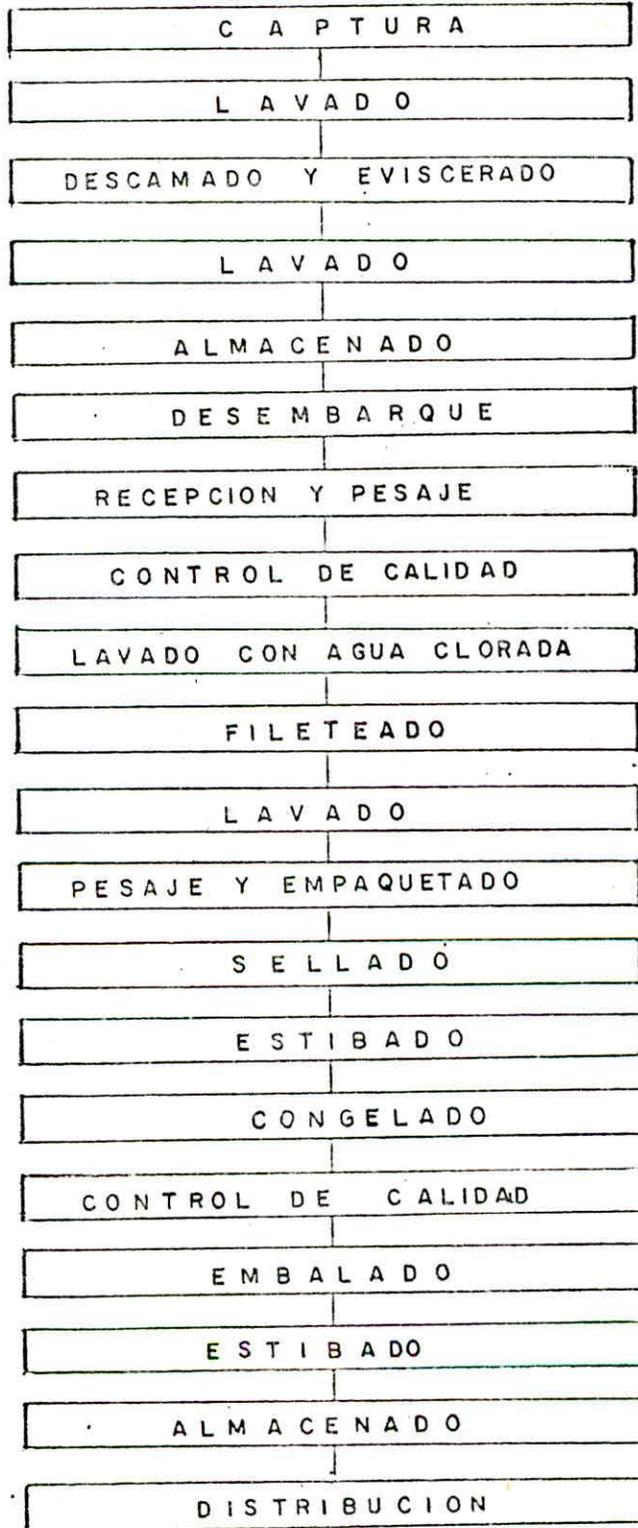


DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LINEA DE PESCADO EN FILETES

FIG. 17

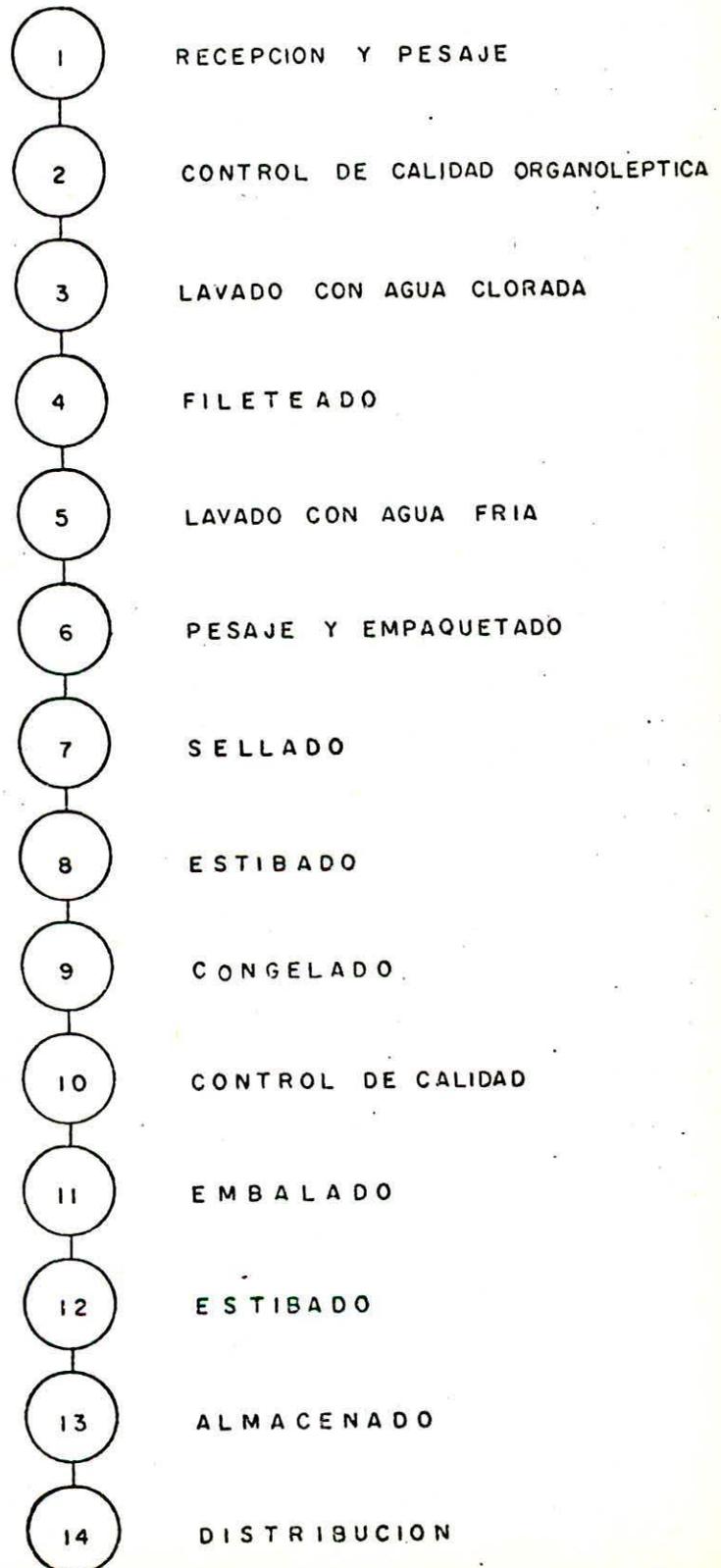
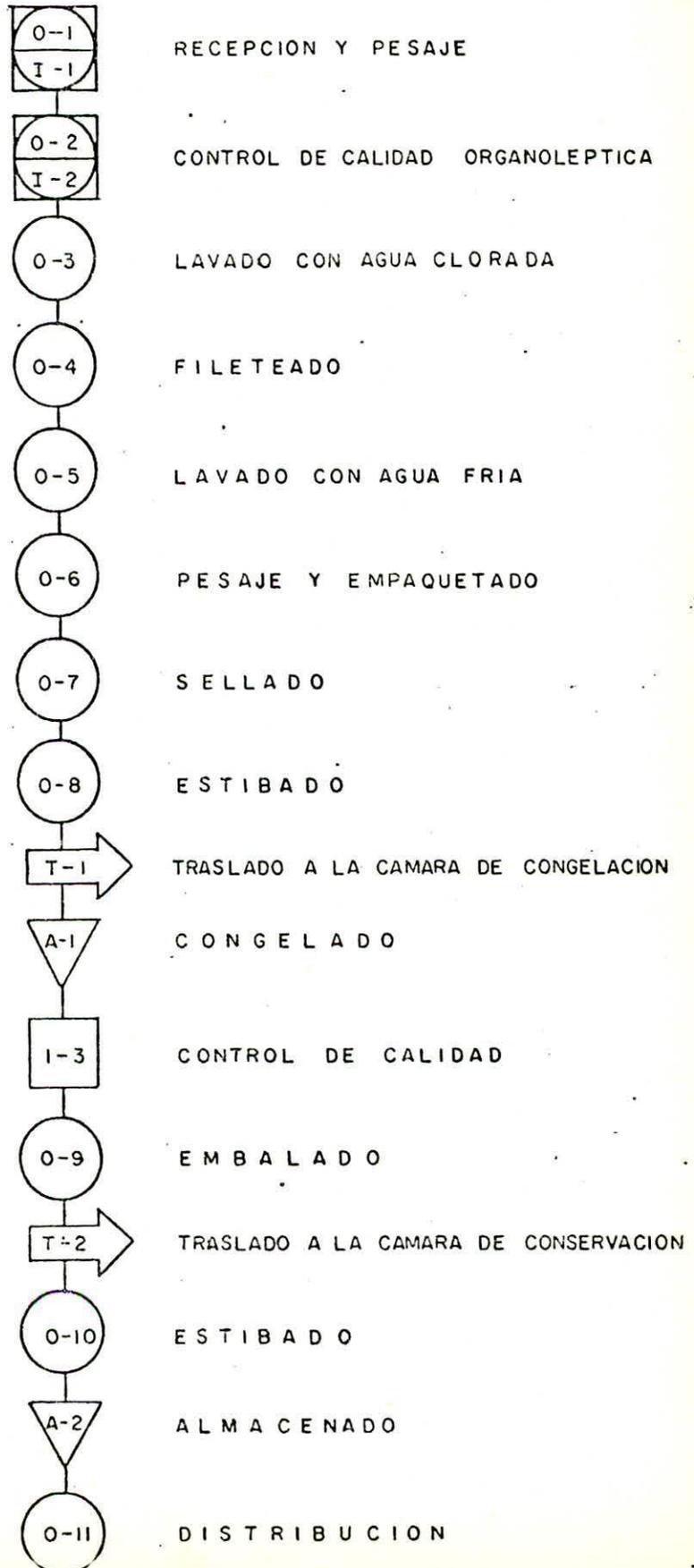


DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA LINEA DE PESCADO EN FILETES

FIG. 18



Esta operación se realizará manualmente.

7.1.2.3.3 Lavado

Se hará con agua potable corriente.

7.1.2.3.4 Pesaje y Empaquetado

Se pesarán los filetes, se colocarán en bandejas de poliestireno expandido (icopor) y luego se introducirán en bolsas plásticas de uno y dos kg de capacidad.

7.1.2.3.5 Sellado

Idem a 7.1.2.2.8

7.1.2.3.6 Estibado

Idem a 7.1.2.2.5

7.1.2.3.7 Congelado

Idem a 7.1.2.2.6

7.1.2.3.8 Control de Calidad

Se tomarán muestras al azar del lote que sale de la cámara de

congelación, se le practicará un examen riguroso y rápido que determine la calidad del producto.

7.1.2.3.9 Embalado

Idem a 7.1.2.2.9

7.1.2.3.10 Estibado

Idem a 7.1.2.2.10

7.1.2.3.11 Almacenado

Idem a 7.1.2.2.11

7.1.2.3.12 Distribución

Idem a 7.1.2.2.13

7.1.2.4 Línea de Pescado Entero

7.1.2.4.1 Lavado con Agua Clorada

Idem a 7.1.2.3.1

7.1.2.4.2 Estibado

Idem a 7.1.2.2.5

7.1.2.4.3 Congelado

Idem a 7.1.2.2.6

7.1.2.4.4 Control de Calidad

Idem a 7.1.2.3.8

7.1.2.4.5 Glaseado

Se efectuará con agua potable con una temperatura entre 1°C y 3°C y durante un tiempo bastante corto. Para esto se contará con una tina de acero inoxidable de 500 litros de capacidad.

7.1.2.4.6 Pesaje y Empaquetado

Se pasarán las unidades de pescado congelado, se colocarán bandejas de icopor y luego se introducirán en bolsas plásticas.

7.1.2.4.7 Sellado

Idem a 7.1.2.2.8

7.1.2.4.8 Embalado

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA LINEA DE PESCADO ENTERO

FIG. 19

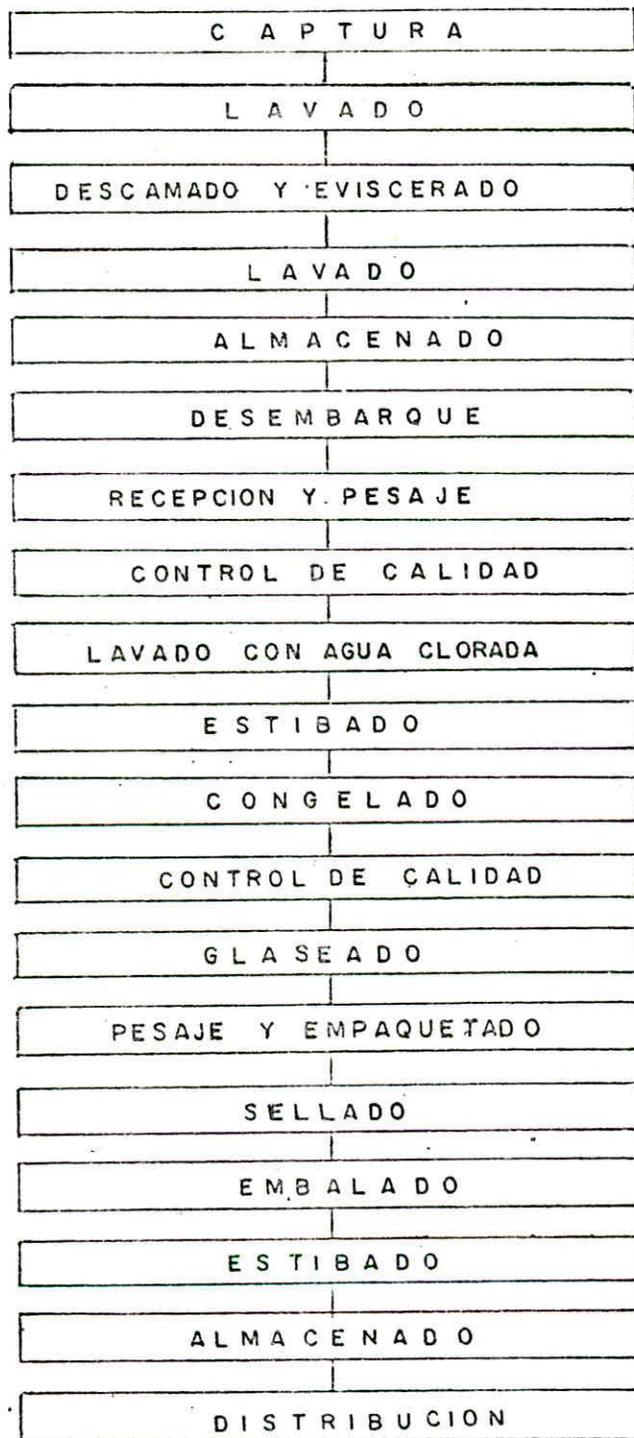


DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA LINEA DE PESCADO ENTERO

FIG. 20

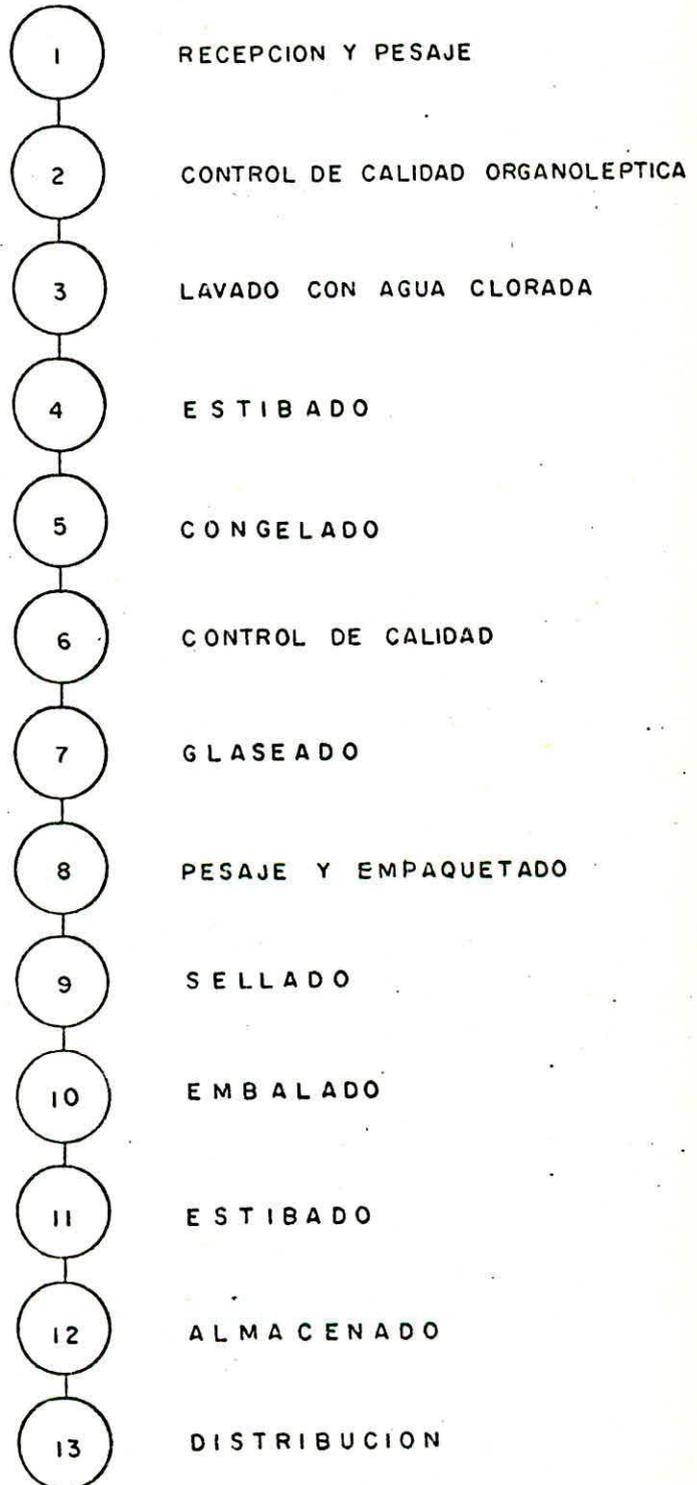
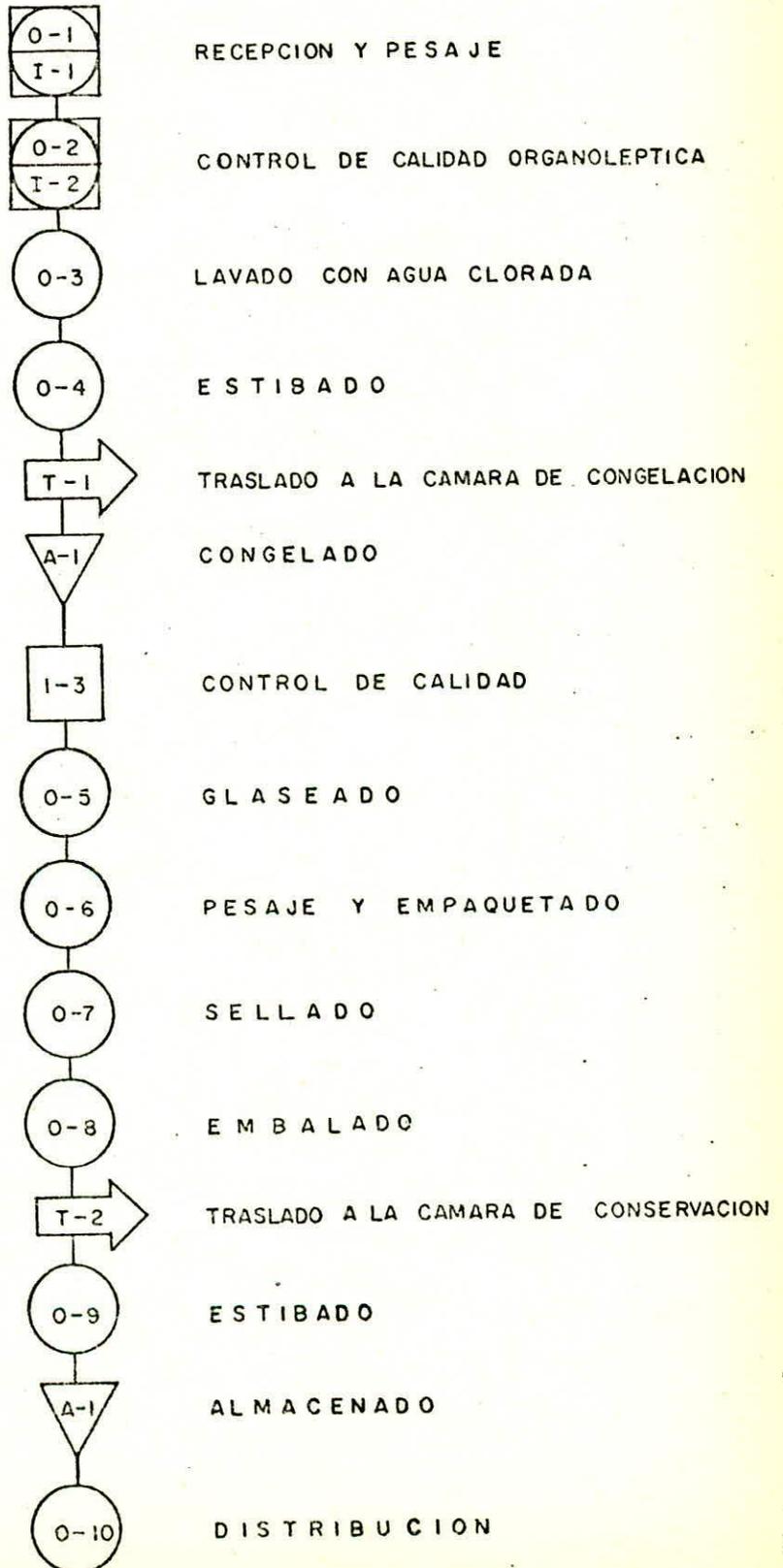


DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA LINEA DE PESCADO ENTERO

FIG. 21



Idem a 7.1.2.2.9

7.1.2.4.9 Estibado

Idem a 7.1.2.2.10

7.1.2.4.10 Almacenado

Idem a 7.1.2.2.11

7.1.2.4.11 Distribución

Idem a 7.1.2.2.13

7.1.2.5 Línea de Pescado en Rodajas (Postas)

7.1.2.5.1 Lavado con Agua Clorada

Idem a 7.1.2.3.1

7.1.2.5.2 Estibado

Idem a 7.1.2.2.5

7.1.2.5.3 Congelado

Idem a 7.1.2.2.6

7.1.2.5.4 Control de Calidad

Idem a 7.1.2.3.8

7.1.2.5.5 Cortado

Se efectuará con una sierra sin fin a las especies que por su morfología así lo requieran, dándoles la forma de rodajas o postas.

7.1.2.5.6 Glaseado

Idem a 7.1.2.4.5

7.1.2.5.7 Pesaje y Empaquetado

Se pasarán las postas (rodajas), se colocarán en bandejas de ico-
por y luego se introducirán en bolsas plásticas de uno y dos kg
de capacidad.

7.1.2.5.8 Sellado

Idem a 7.1.2.2.8

7.1.2.5.9 Embalado

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA
LINEA DE PESCADO EN RODAJAS

FIG. 22

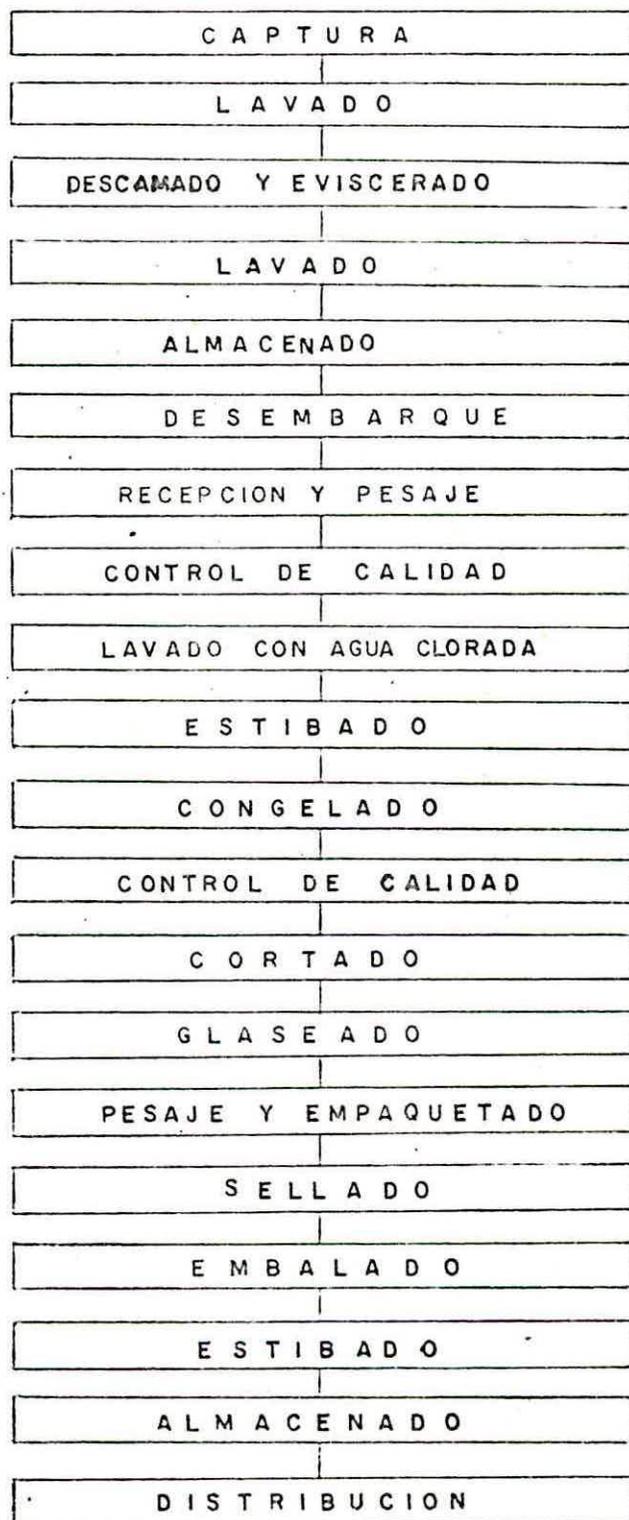


DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA LINEA DE PESCADO EN RODAJAS

FIG. 23

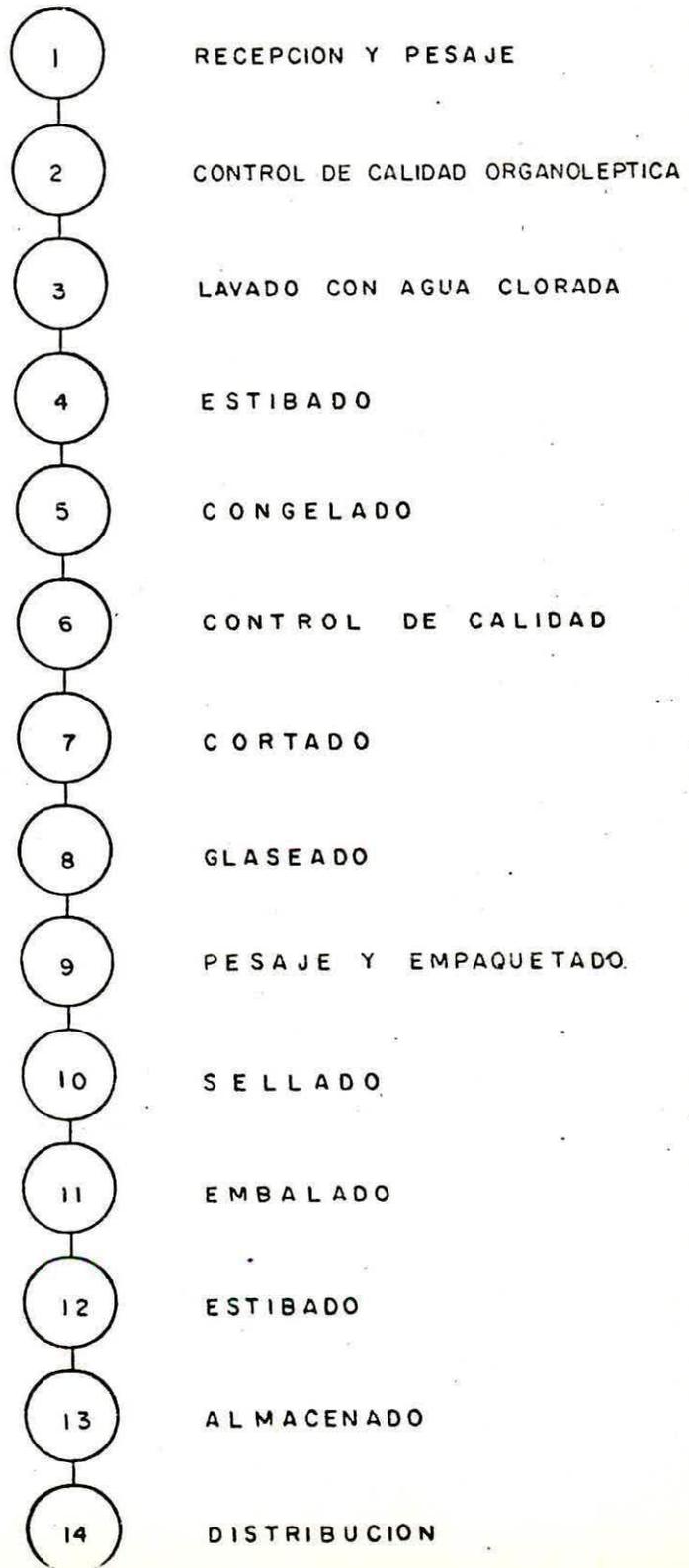
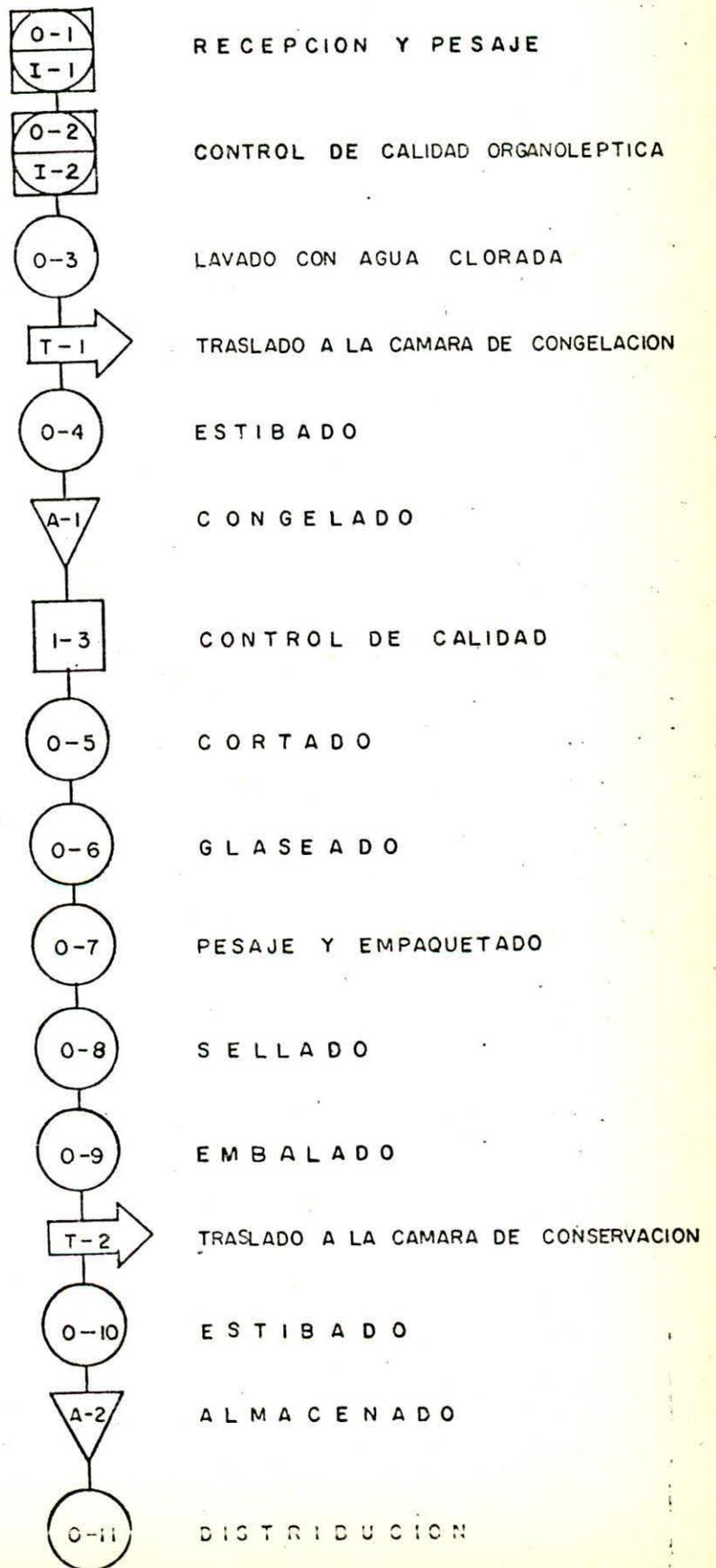


DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA LINEA DE PESCADO EN RODAJAS

FIG. 24



Idem a 7.1.2.2.9

7.1.2.5.10 Estibado

Idem a 7.1.2.2.10

7.1.2.5.11 Almacenado

Idem a 7.1.2.2.11

7.1.2.5.12 Distribución

Idem a 7.1.2.2.13

7.1.2.6. Línea de Pulpo y Calamar

7.1.2.6.1 Almacenado

Se realizará lo más rápido posible teniendo el hielo como medio de conservación. La forma de estiba será de acuerdo con las conveniencias del caso.

7.1.2.6.2 Desembarque

Idem a 7.1.2.1.4

7.1.2.6.3 Recepción y Pesaje

Idem a 7.1.2.1.5

7.1.2.6.4 Control de Calidad Organoléptica

Se realizará la prueba de olor y textura, básicamente.

7.1.2.6.5 Limpieza

Se realizará la extracción de la "pluma" y del "pico de loro".

7.1.2.6.6 Lavado con Agua Clorada

Idem a 7.1.2.3.1

7.1.2.6.7 Pesaje y Empaquetado

Idem a 7.1.2.2.7

7.1.2.6.8 Sellado

Idem a 7.1.2.2.8

7.1.2.6.9 Estibado

Idem a 7.1.2.2.5

7.1.2.6.10 Congelado

Idem a 7.1.2.2.6

7.1.2.6.11 Control de Calidad

Idem a 7.1.2.3.8

7.1.2.6.12 Estibado

Idem a 7.1.2.2.10

7.1.2.6.13 Almacenado

Idem a 7.1.2.2.11

7.1.2.6.14 Distribución

Idem a 7.1.2.2.13

7.1.3 Operaciones para la Pesca de Arrastre

7.1.3.1 Descabezado y Lavado

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA
LINEA DE PULPO Y CALAMAR

FIG. 25

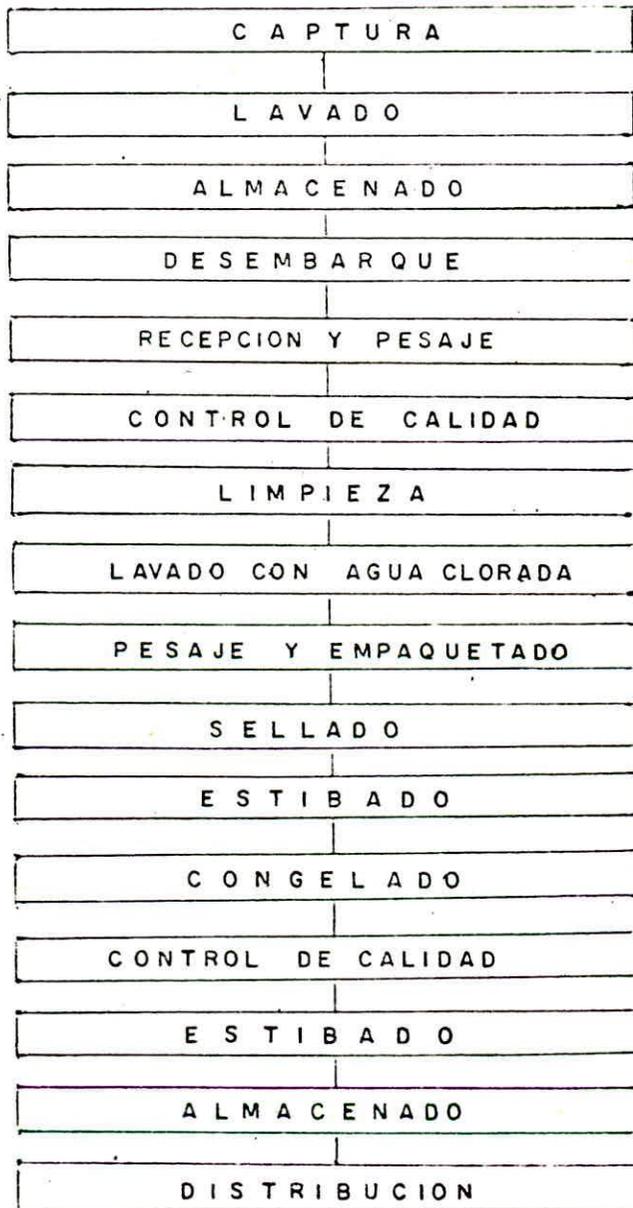


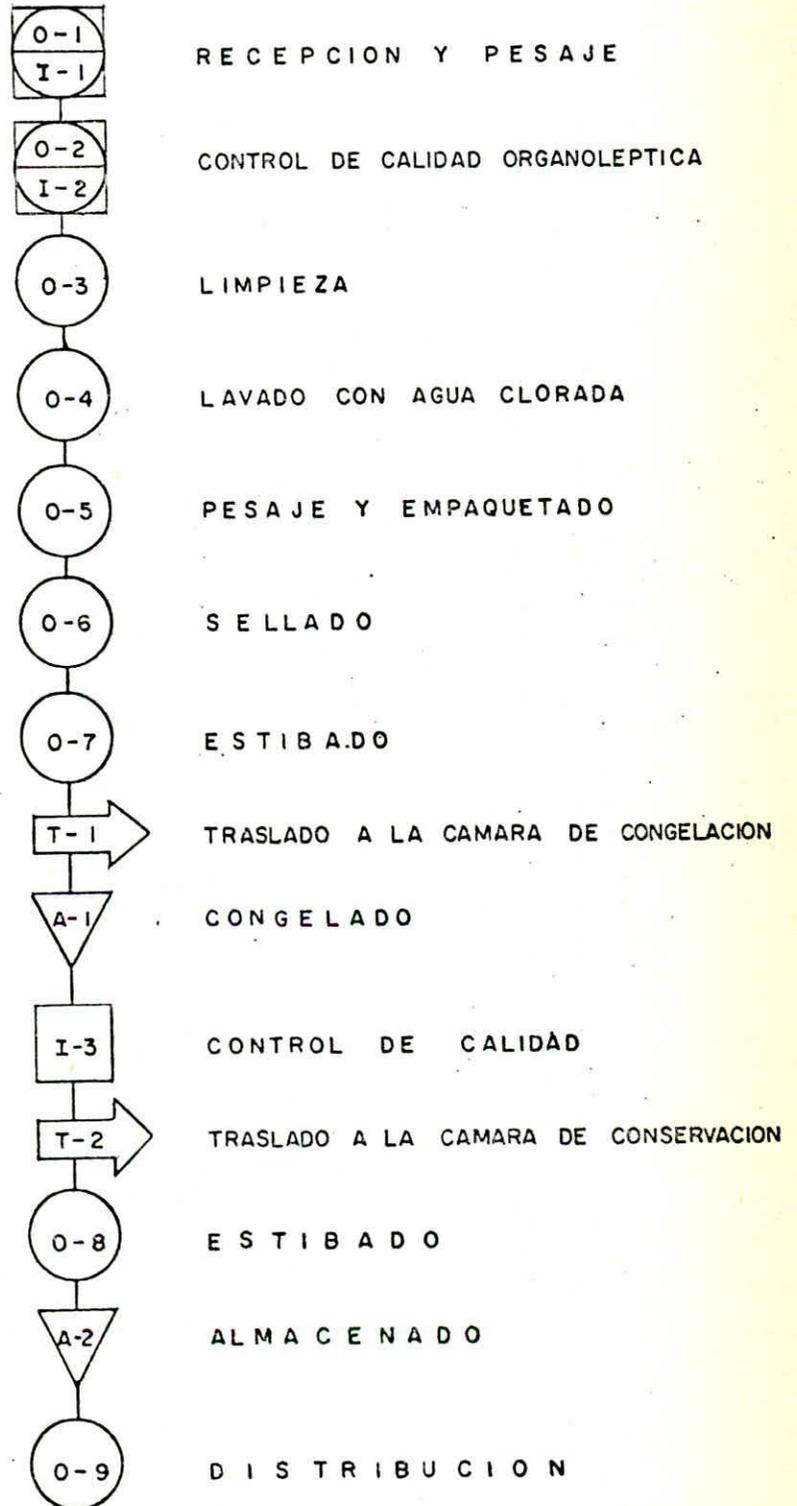
DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA LINEA DE PULPO Y CALAMAR

FIG. 26



DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA LINEA DE PULPO Y CALAMAR

FIG. 27



Se descabezarán y lavará el camarón con el fin de eliminar el lodo y el limo adherido.

7.1.3.2 Lavado con Bisulfito de Sodio

Se sumergirá el camarón en una solución de Bisulfito de Sodio al 2% durante un tiempo de 15 minutos. Se utilizará una tina de acero inoxidable de 1.000 litros de capacidad.

7.1.3.3 Almacenado

Idem a 7.1.2.1.3

7.1.3.4 Desembarque

Idem a 7.1.2.1.4

7.1.3.5 Recepción y Pesaje

Idem a 7.1.2.1.5

7.1.3.6 Lavado con Agua Clorada

Se utilizará agua refrigerada a 10°C y la concentración será de 25 P.P.M.

7.1.3.7 Control de Calidad

Se separarán los camarones que estén en perfectas condiciones de los manchados, de los afectados en la texturas y de los troceados, quienes continuarán el proceso por separado; además del concepto previo de aceptación o rechazo del lote recibido.

7.1.3.8 Pesaje y Empaquetado

Se pesará la materia prima y se colocará en bolsas de plástico con capacidad de una libra.

7.1.3.9 Sellado

Se sellarán las bolsas y luego se les hará perforaciones para que penetre el agua que se les adicionará (100 cc). Esto con el fin de recuperar peso.

7.1.3.10 Estibado

Idem a 7.1.2.2.5

7.1.3.11 Congelado

Idem a 7.1.2.2.6

7.1.3.12 Glaseado

Idem a 7.1.2.4.5

7.1.3.13 Embalado

Idem a 7.1.2.2.9

7.1.3.14 Estibado

Idem a 7.1.2.2.10

7.1.3.15 Almacenado

Idem a 7.1.2.2.11

7.1.3.16 Distribución

Idem a 7.1.2.2.13

7.2 CALCULO DEL TIEMPO DE CONGELACION

El comportamiento de los Ingenieros de alimentos respecto a la congelación de los mismos se encuentra ligado con el problema de predecir las curvas de temperatura y la estimación del tiempo de congelación o descongelación.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PESCA DE ARRASTRE (CAMARON)

FIG. 28

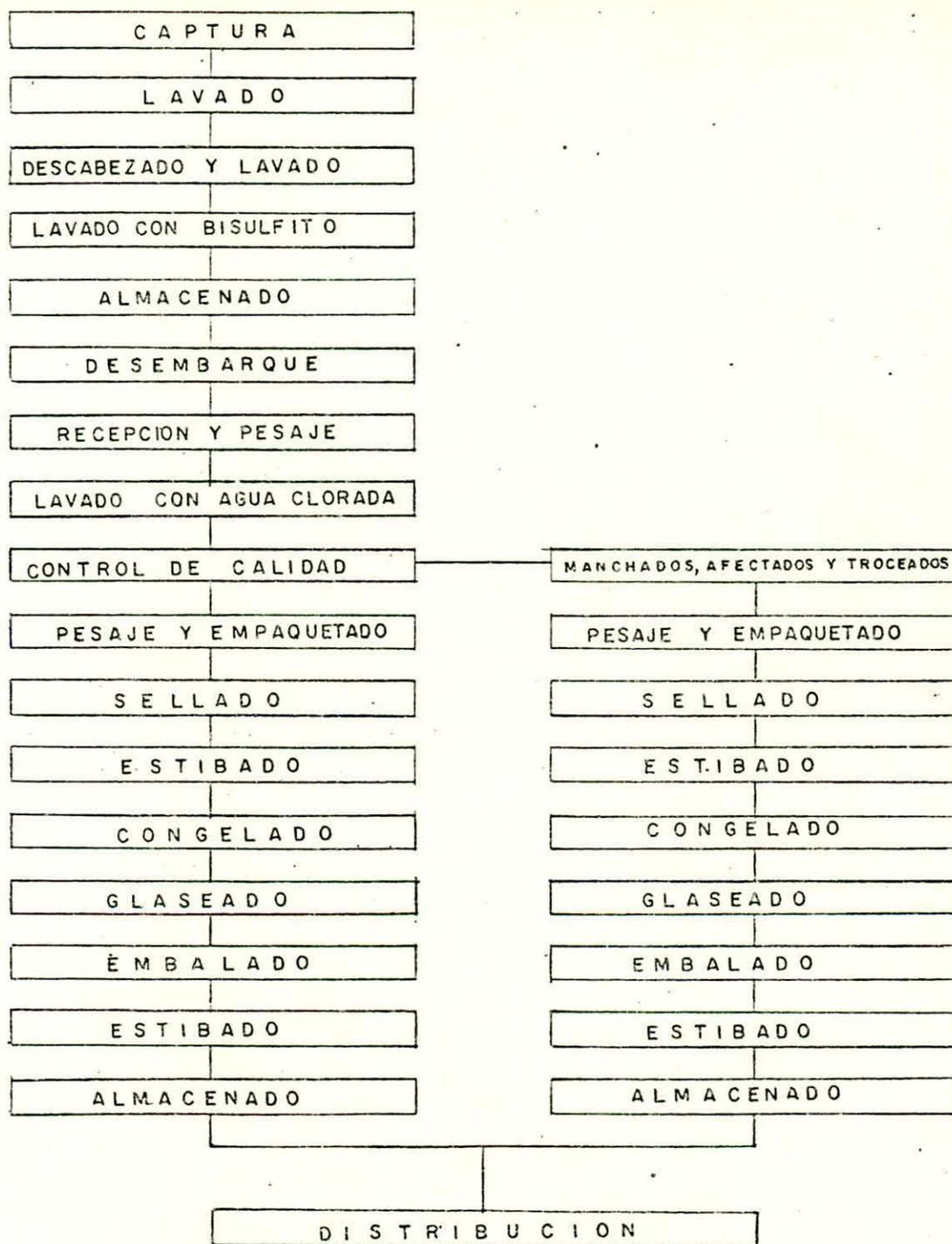


DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA PESCA DE ARRASTRE (CAMARON)

FIG. 29

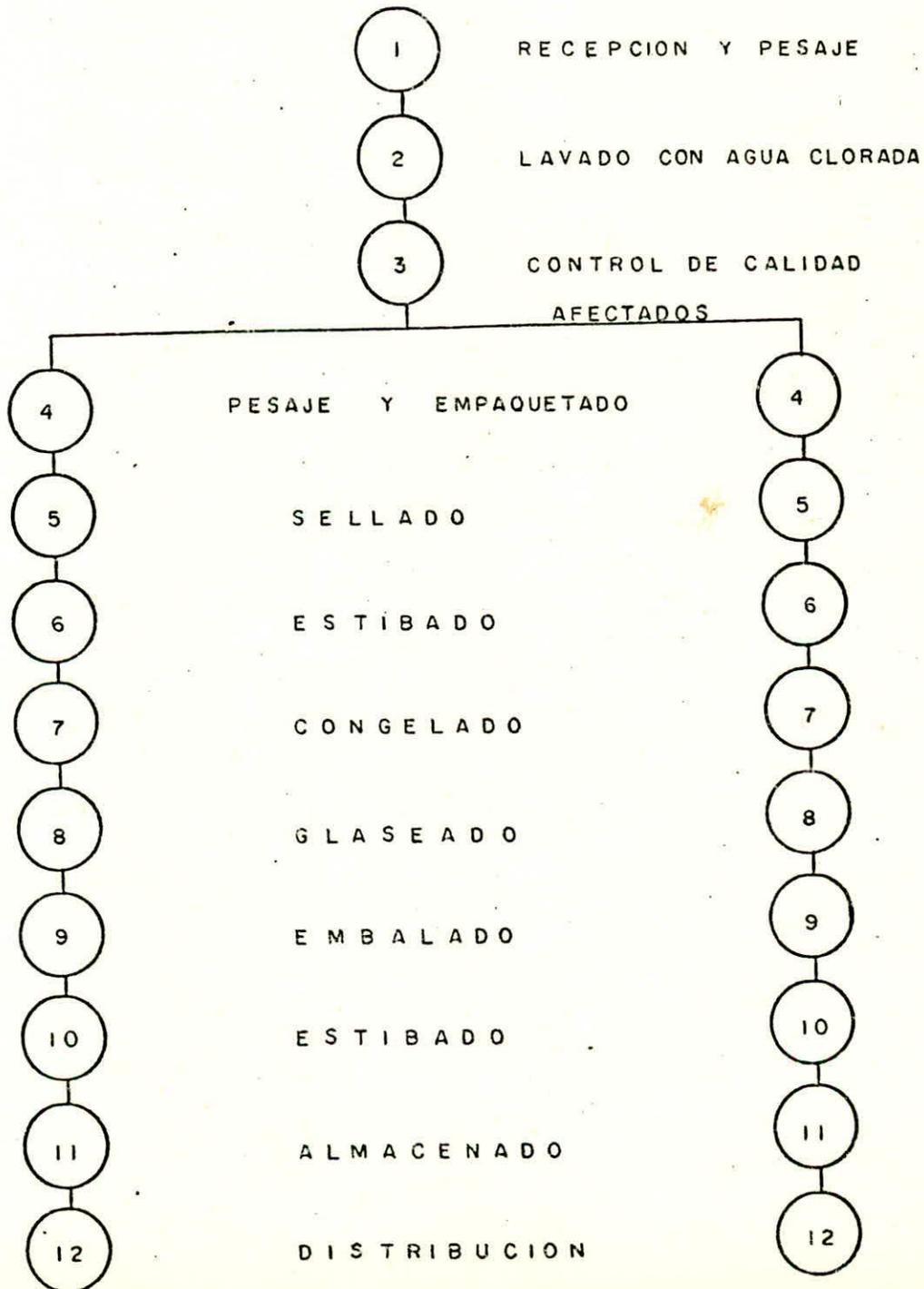
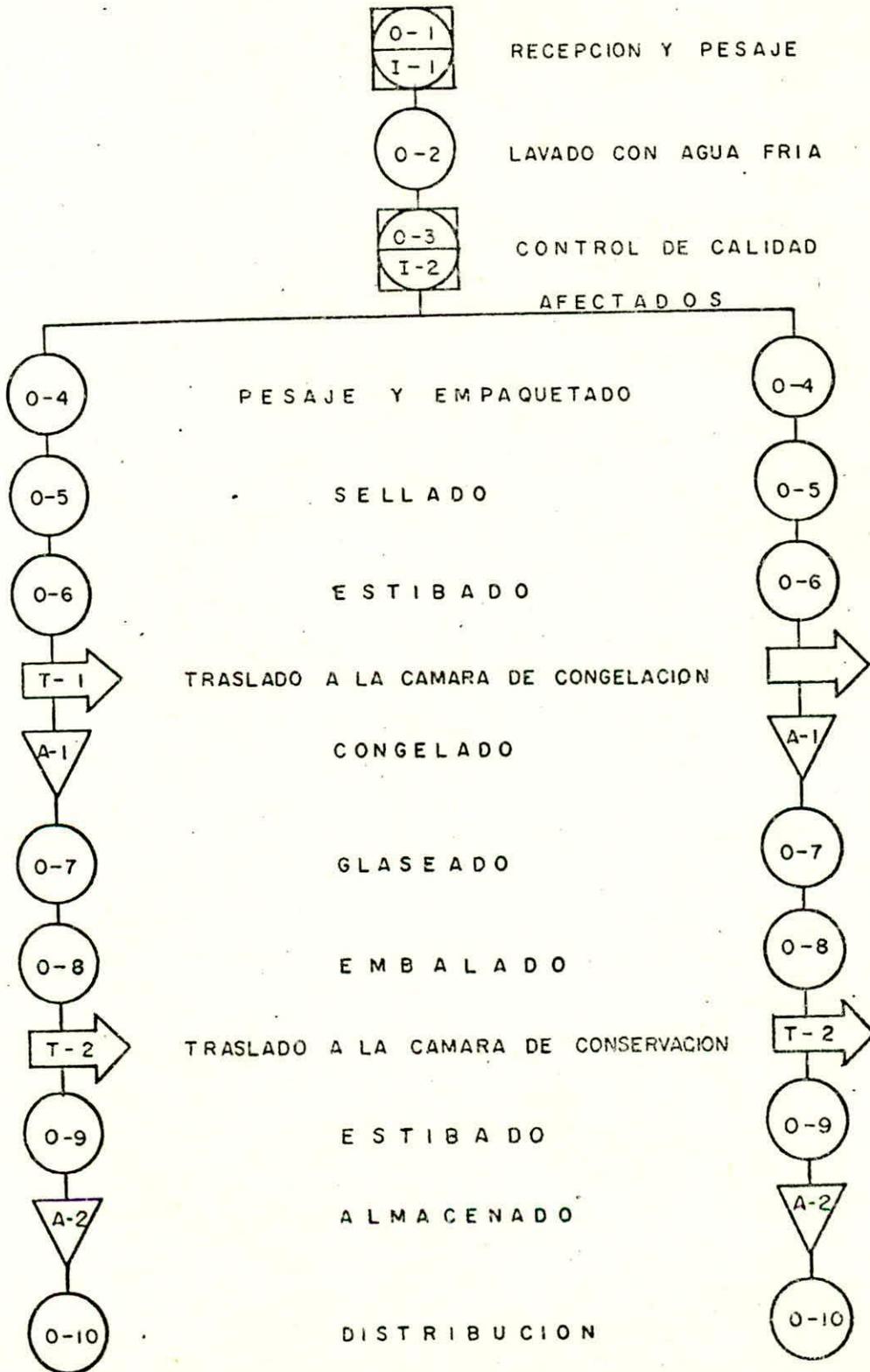


DIAGRAMA DEL PROCESO DE RECORRIDO PARA LA PESCA DE ARRASTRE (CAMARON)

FIG. 30



Tal conocimiento es fundamental en el diseño y selección del equipo, la evaluación del almacenamiento y manipuleo y en la predicción de la disminución de la calidad durante el almacenamiento. Sin embargo, los métodos comunes están basados principalmente en relaciones empíricas, debido a :

a) La limitada eficacia de fórmulas teóricas que puedan ser aplicadas con propiedad en los alimentos.

b) El hecho de que todas las fórmulas obtenidas son más bien tomadas como aproximaciones, por lo que debe emplearse un factor de corrección.

c) Las variaciones en las propiedades térmicas de los productos alimenticios dependen de la variedad, método de siembra, variaciones estacionales, lugar de crecimiento y el gusto.

La definición del tiempo de congelación es una fuente de confusión que se origina a partir de lo siguiente :

a) Debido a la distribución de temperatura dentro de la muestra, el tiempo de congelación tiene que ser expresado en términos de un lugar dado y el centro térmico - o el lugar en donde la penetración del frío es más lenta- es tomado comúnmente como el sitio de referencia.

b) Los alimentos no tienen el punto de congelación característico asociado con la materia prima.

Algunos autores confunden el tiempo de congelación con el período de cambio de fase, mientras otros lo definen como la duración de todo el proceso de congelación, incluyendo la precongelación, el cambio de fase y el período de congelación.

7.2.1 Curvas de Congelación o Descongelación

Las curvas que describen la relación tiempo-temperatura de un producto sometido a congelación o descongelación se basan en :

7.2.1.1 La Precongelación

En este período, la temperatura del producto es bajada hasta un valor en donde pueda ocurrir el cambio de fase, En otras palabras, la energía calórica transferida es empleada para disminuir la temperatura del producto y la duración de este período depende del gradiente de temperatura, de las propiedades térmicas del producto no congelado y del coeficiente superficial de transferencia de calor.

7.2.1.2 El Período de Cambio de Fase

Aquí tiene lugar la cristalización del agua. En las sustancias pu-

ras este período se caracteriza por una estabilización en el punto de congelación, mientras que en los productos alimenticios hay un descenso gradual en la temperatura de tal manera que se desliga del aporte de calor latente y se debe a la concentración.

7.2.1.3 El Período de Congelación

Comienza cuando el aporte de calor latente es despreciable y se caracteriza por un aumento en la velocidad del cambio de temperatura.

Las curvas de descongelación siguen patrones similares a las de congelación, sin embargo, las primeras tienen una estabilidad definida que corresponde a un largo período de cambio de fase debido a que la difusividad del hielo es nueve veces la del agua. En otras palabras, los procesos de descongelación son mucho más lentos que los de congelación aunque debe tenerse en cuenta el problema de la distribución de temperatura en la muestra utilizada.

7.2.2 Estimación del Tiempo de Congelación

Ahora que se han señalado los inconvenientes, se define éste como el tiempo requerido para reducir la temperatura del alimento desde una inicial hasta otra determinada, en su centro térmico. Los procedimientos utilizados para realizar la estimación del tiempo de congelación se clasifican en tres grupos :

7.2.2.1 Por Determinación Experimental

Los procedimientos de este grupo son los más simples dando la estimación más correcta porque se determina mediante el monitoreo de la temperatura del producto desde su temperatura inicial, durante el proceso de congelación hasta su temperatura final. Sin embargo, los datos del tiempo de congelación obtenidos a través de la experimentación son difíciles de generalizar a diferentes procesos aunque son aplicables a una serie de condiciones establecidas.

7.2.2.2 Por Fórmulas Teóricas

Las fórmulas teóricas obtenidas por solución de ecuaciones de balance de calor o por solución de la ecuación de conducción de calor en estado inestable de Fourier pueden ser utilizadas para la evaluación del tiempo de congelación. Para resolver dichas ecuaciones se hacen distintas consideraciones, por lo que deben ser revisadas cuidadosamente antes de su aplicación; dichas consideraciones son :

- La materia prima tiene propiedades termodinámicas constantes siempre y cuando las propiedades del alimento en estado congelado sean diferentes a las del alimento no congelado.
- La densidad del alimento congelado es similar a la del no con-

gelado.

- El alimento congela a diferentes temperatura.

Las fórmulas teóricas contienen varios parámetros físicos que influyen la velocidad de transferencia de calor en el producto en lo que se refiere a las expresiones matemáticas, por lo tanto, las relaciones entre los parámetros físicos pueden ser obtenidas a partir de estas fórmulas; sin embargo, la estimación del tiempo de congelación mediante el uso de las mismas es menos exacta que la determinación experimental, esto porque todas las consideraciones impuestas para derivar dichas fórmulas son escasamente satisfechas durante los tratamientos actuales de congelación.

Dentro de este grupo se tienen : la fórmula de Rudolf Plank, las soluciones para la ecuación de conducción de calor de Fourier, la solución de Newman, la solución de Luh C. Tao y otras presentadas por D.C. Baxter, S.E. Charm y H.G. Landau que son tres soluciones similares a la de Tao.

7.2.2.3 Fórmulas Semi-Teóricas

Estas fórmulas son obtenidas mediante una combinación de los datos experimentales y las fórmulas teóricas, pueden ser utilizadas sin la restricción causada por las consideraciones impuestas en las fórmulas teóricas. En este grupo hay dos soluciones prin-

cipales, la de J. Nagaoka y la de L.F. Mott.

La primera solución fue desarrollada para la congelación de pescado fresco en cámaras que funcionen con aire forzado. Debido a que no existen grandes diferencias en las propiedades termodinámicas entre el pescado fresco y otros alimentos frescos, esta solución puede aplicarse en ambos casos.

La fórmula está dada por :

$$\text{Tiempo de congelación } (\theta) = \frac{\left[1 + 0,00445(T_o - T_c) \right] \left[Q\rho / (T_f - T_a) \right]}{\left[(PD/H) + RD^2/K \right]}$$

Donde :

$$Q = \text{Calor a extraer} = C_{p1} (T_o - T_c) + \lambda + C_{p2} (T_c - T_f)$$

T_o = Temperatura inicial del producto o materia prima

T_c = Punto de congelación de la materia prima o producto

ρ = Densidad del producto

T_a = Temperatura de la cámara

P = Constante que depende de la forma del producto

D = Espesor del producto

R = Constante que depende de la forma del producto

H = Coeficiente de transferencia de calor superficial

K = Conductividad térmica del producto

T_f = Temperatura final del producto

C_{p1} = Calor específico del producto por encima del punto de congelación

C_{p2} = Calor específico del producto por debajo del punto de congelación

λ = Calor latente de fusión del producto.

7.3 RAZONES POR LAS CUALES SE DESECHA LA CAMARA FRIGORIFICA EXISTENTE EN LA P.P.P.T.

Teniendo en cuenta que la cámara no está funcionando para lo que fue diseñada, es necesario realizar cálculos que clarifiquen su capacidad de congelación o en su defecto de conservación.

7.3.1 Características de Diseño

7.3.1.1 Dimensiones de la Cámara

Las dimensiones internas son :

Largo = 4,0 m

Ancho = 2,0 m

Alto = 2,0 m

7.3.1.2 Dimensiones de las Canastas Utilizadas Para la Estiba

Dimensiones de las canastas utilizadas como Estival

Internas

Largo = 0,58 m

Ancho = 0,38 m

Alto = 0,23 m

Externas

Largo = 0,60 m

Ancho = 0,40 m

Alto = 0,25 m

7.3.1.3 Cantidad de Canastas Necesarias

Se efectúa el siguiente arreglo :

20 columnas de 7 canastas cada una y 4 columnas de 4 canastas cada una (en cada una hay una canasta vacía como base).

$$\begin{aligned} \text{No. Total de canastas} &= \overset{\downarrow 20}{(29 \text{ columnas} \times 7 \frac{\text{canastas}}{\text{columna}} + 4 \text{ columnas} \times 4 \frac{\text{canastas}}{\text{columna}})} \\ &= 156 \text{ canastas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{No. Total de canastas llenas} &= (20 \text{ columnas} \times 6 \frac{\text{canastas}}{\text{columna}} + 4 \text{ columnas} \times \\ &\quad 3 \frac{\text{canastas}}{\text{columna}}) = 132 \text{ canastas} \end{aligned}$$

Capacidad de la Cámara (C)

$$C = 132 \text{ canastas} \times 22 \text{ kg/canasta}$$

2.904 kg.

7.3.2 Cálculo del Calor Aportado por la Materia Prima (BTU/lb)

FIG. 31- PLANO ACTUAL PARCIAL DE LA P.P.P.T.

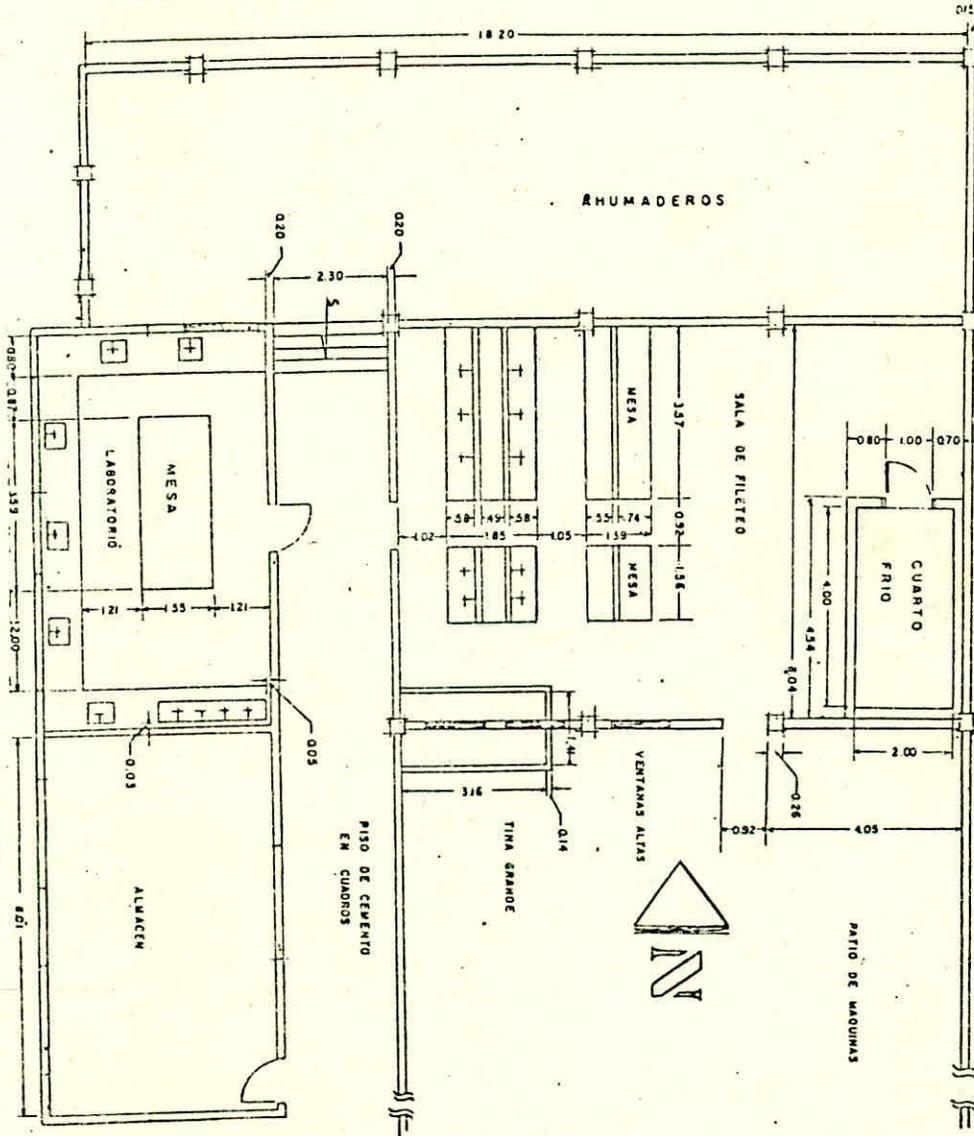
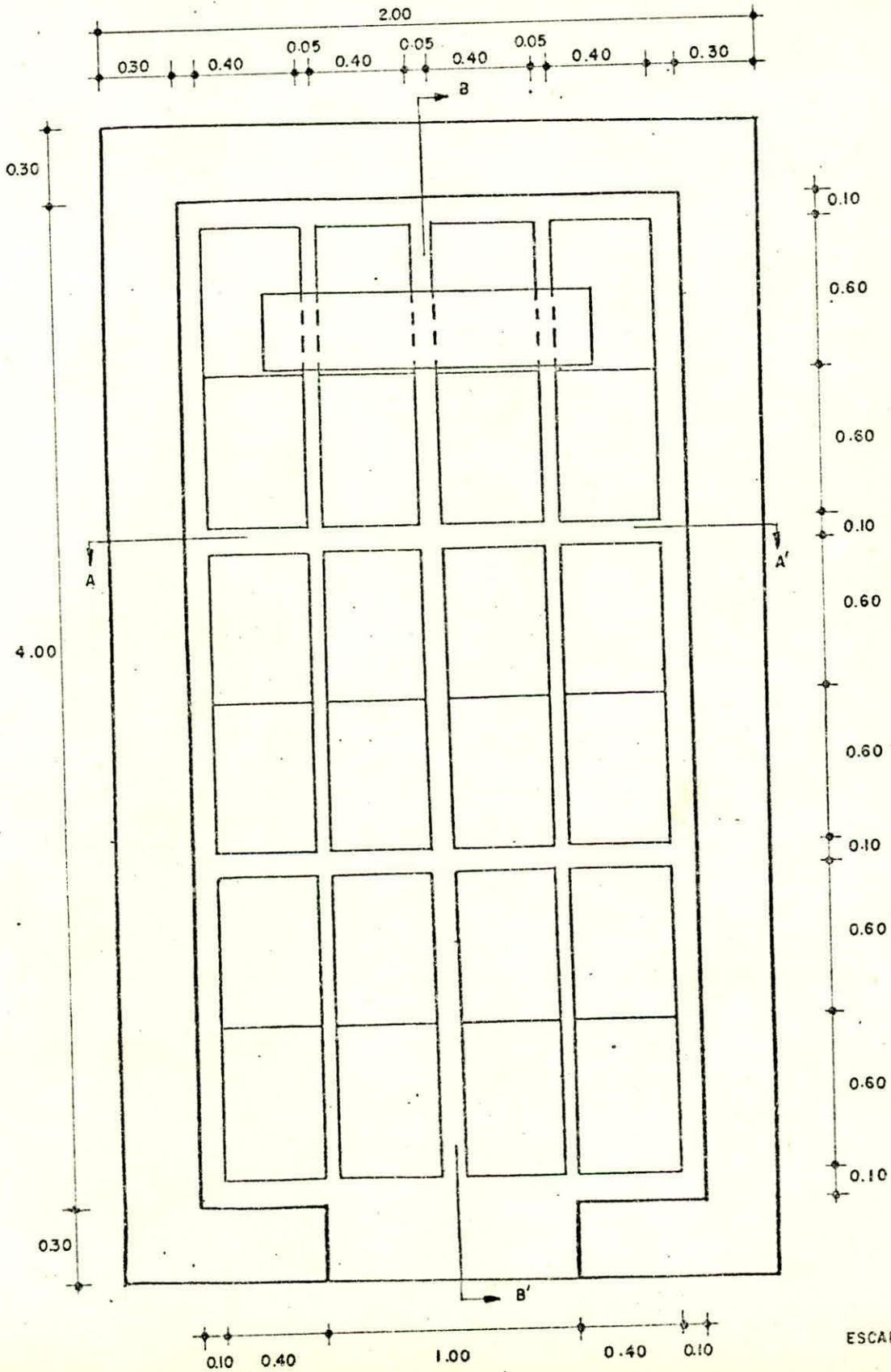
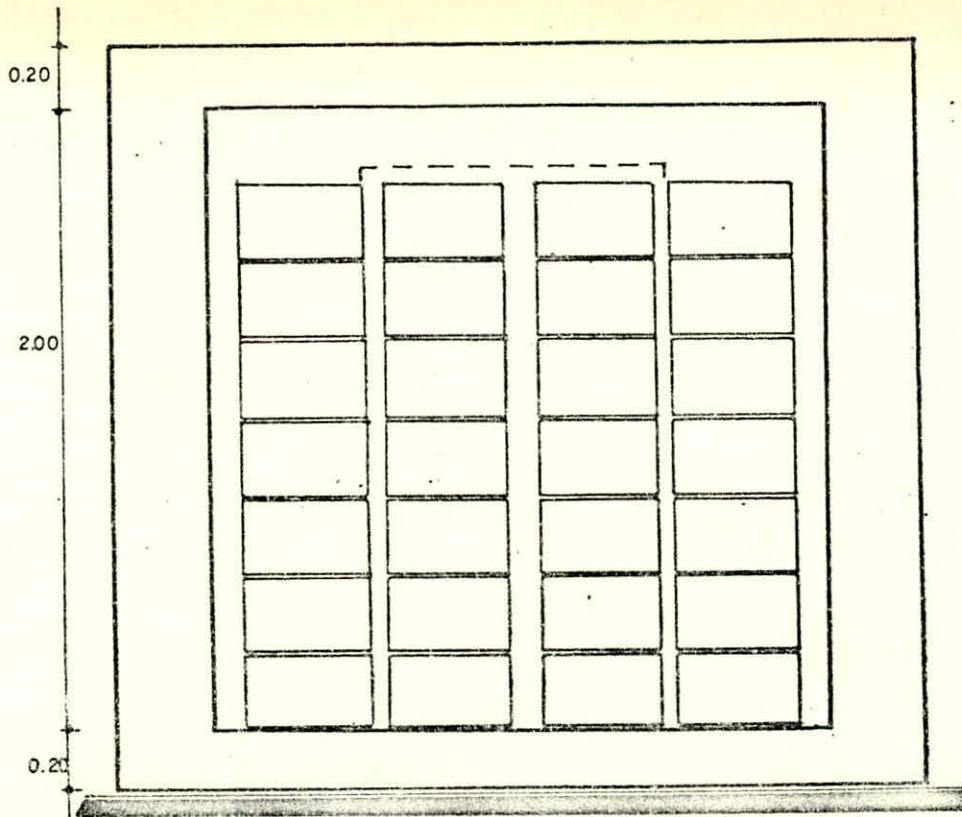


FIG. 32 ESTIBADO DE LAS CANASTAS EN LA CAMARA EXISTENTE EN LA P.P.P.T.

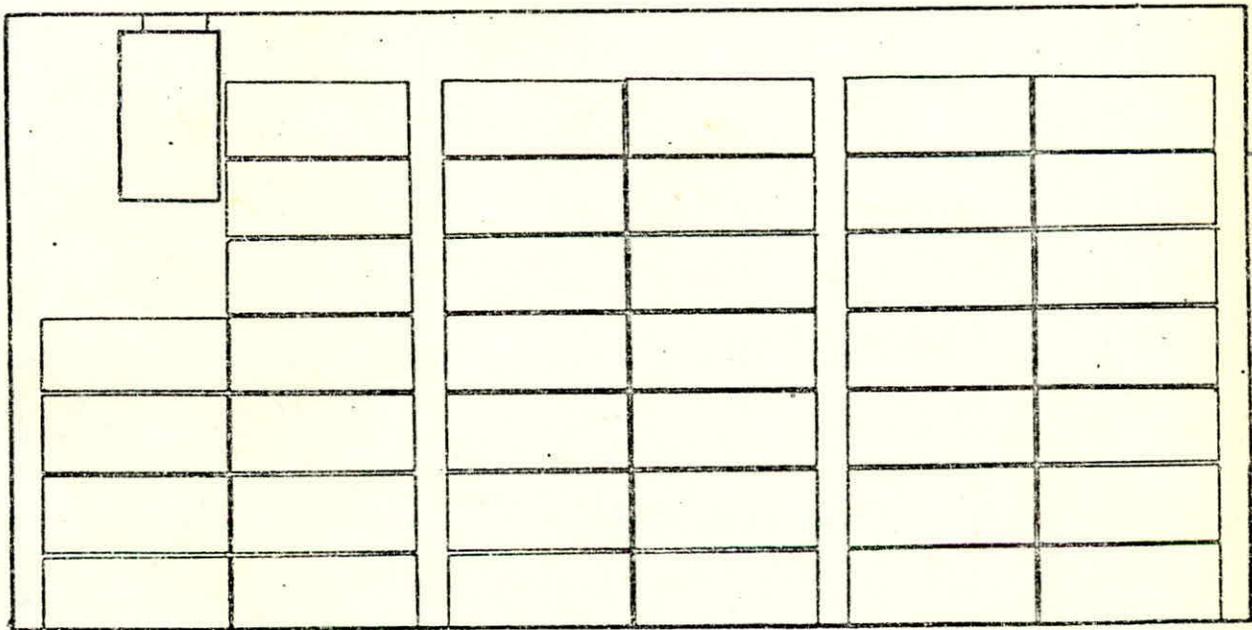


ESCALA 1:30

FIG. 33- SECCIONES A-A' Y B-B'



SECCION A-A'



SECCION B-B'

Actualmente se están utilizando técnicas novedosas para obtener el calor aportado por un producto cualquiera en lo que se refiere al proceso de congelación. Los Japoneses son los líderes en este campo, presentando y aplicando conceptos desconocidos en el medio hasta hace poco tiempo. Un ejemplo palpable es el hecho de tomar el 70% en peso de los pescados y mariscos como si fuese una mezcla homogénea y uniforme y reseñar el 30% como agua común y corriente.

7.3.2.1 Cálculo del Calor Específico por Encima del Punto de Congelación (C_{p1})

Músculo :

$$C_{p1} = \frac{a + 0,4 b}{100}$$

a = contenido de humedad del producto (Ver Tabla 11)

b = 100 - a

$$C_{p1} = \frac{79,370 + 0,4 (100 - 79,370)}{100} = 0,876 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

Agua :

$$C_{p1} = 1 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

7.3.2.2 Cálculo del Calor Latente (λ)

Músculo :

TABLA 11. Porcentaje de humedad de pescados y mariscos

Especie	Humedad
Pargo	78,92
Carite	79,08
Mojarra	78,77
Lisa	77,56
Róbalo	77,35
Jurel	81,14
Bocachico	77,39
Pulpo	79,90
Camarón	81,40
Calamar	80,19
Total	793,70
Promedio	79,37

Fuente : Análisis Bromatológico de siete especies de pescado en el Caribe Colombiano. Gustavo Cotés et al.

$$= \frac{80 \text{ Kcal/kg} \times a}{100} = 63,496 \text{ Kcal/kg} = 114,32 \text{ BTU/lb}$$

Agua :

$$= 144 \text{ BTU/lb}$$

7.3.2.3 Cálculo del Calor Específico por Debajo del Punto de Congelación (C_{p2})

Músculo :

TABLA 12. Promedios mensuales de temperatura y humedad para el
año 1984

Mes	OT(°C)	H (%)
Enero	27,0	69
Febrero	27,2	68
Marzo	27,6	68
Abril	28,8	68
Mayo	28,8	74
Junio	28,4	74
Julio	28,1	75
Agosto	27,9	77
Septiembre	26,9	80
Octubre	26,9	79
Noviembre	26,8	79
Diciembre	26,2	74
Total	330,6	885
Promedio	27,55	73,75

Fuente : Himat, calendario meteorológico, 1984.

$$C_{p2} = \frac{0,5 a + 0,4 b}{100} = 0,479 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

Agua :

$$C_{p2} = 0,5 \text{ BTU/lb}^{\circ}\text{F}$$

$$Q_{\text{músculo}} = 0,876 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (57 - 28)^{\circ}\text{F} + 114,32 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} + 0,479 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (28 - 24)^{\circ}\text{F}$$

$$= 141,64 \text{ BTU/lb}$$

$$Q_{\text{agua}} = 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (57 - 32)^{\circ}\text{F} + 144 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} + 0,5 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (32 - 24)^{\circ}\text{F}$$

$$= 173 \text{ BTU/lb}$$

7.3.3 Cálculo del Tiempo de Congelación (0)

Se calcula con base en el calor aportado por el músculo quien a pesar de aportar menos BTU/lb, cede mayor cantidad de BTU/h.

$$\theta = \left[1,0 + 0,00445 (57 - 28)^{\circ}\text{F} \right] \left[\frac{141,64 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} (63 \frac{\text{lb}}{\text{pies}^3})}{(28 - 10)^{\circ}\text{F}} \right]$$

$$\left[\frac{0,5 \times 0,208 \frac{\text{pies}}{\text{pies}^2} + 0,125 (0,208 \text{ pies})^2}{3,79 \text{ BTU/pies}^2\text{F}} \quad 0,65 \text{ BTU/pies}^{\circ}\text{F} \right]$$

= 20 horas.

7.3.4 Cálculo de la Carga a Extraer de la Cámara

Esta carga está conformada por el calor útil y el calor de pérdidas.

Q_t = calor aportado por la materia prima + calor aportado por el aire + calor de los operarios + calor aportado por las canastas + calor aportado por el empaque + calor aportado por las paredes + calor aportado por el piso + calor aportado por el techo + calor aportado por los motores.

7.3.4.1 Calor Aportado por la Materia Prima (Kcal/h) (Q_{mp})

$$Q_{\text{músculo}} = 2.904 \text{ kg/día} \times 0,7 \times 141,64 \text{ BTU/lb} \times 2,204 \text{ lb/kg} \times 1 \text{ día/20h} \times 0,252 \text{ Kcal/BTU}$$

$$Q_m = 7.995,8 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{agua}} = 2.904 \text{ kg/día} \times 0,3 \times 173 \text{ BTU/lb} \times 2,204 \text{ lb/kg} \times 1 \text{ día/20h} \times 0,252 \text{ kcal/BTU}$$

$$Q_{ag} = 4.185 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{mp} = 12.180,8 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.2 Calor Aportado por el Aire (Q_a)

$$Q_a = N V (h_e - h_i)$$

vs

N = No. de renovaciones de aire, considerado uno (1,0)

V = Volumen útil de la cámara

vs = volumen específico del aire exterior = $0,874 \text{ m}^3/\text{kg}$

h_i = Entalpía interna = $-2,0 \text{ kcal/kg}$ de aire seco

h_e = Entalpía externa = $16,8 \text{ kcal/kg}$ de aire seco.

$$Q_a = 1,0 \frac{\text{cambio de aire}}{\text{día}} \times 8,17 \frac{\text{m}^3/\text{cambio de aire}}{0,874 \text{ m}^3/\text{kg A.S.}} \left[16,8 - (-2,0) \right]$$

$$\frac{\text{kcal}}{\text{kg a.s.}} \times 1 \text{ día}/20\text{h}$$

$$Q_a = 8,78 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_o)

No se tiene en cuenta la labor de carga y descarga, porque se supone que los equipos están funcionando antes de comenzar el proceso de congelación.

$$Q_o = 0 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.4 Calor Aportado por las Canastas (Q_c)

$$Q_c = mC_p \Delta T$$

$$Q_c = 2,0 \text{ kg/can} \times 132 \text{ can/día} \times 0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \left[13,88 - (-4,44)^\circ\text{C} \right] \times \frac{1 \text{ día}}{20 \text{ h}}$$

$$Q_c = 58 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.5 Calor Aportado por el Empaque (Q_e)

$$Q_e = 22 \frac{\text{bolsas}}{\text{canasta}} \times 132 \frac{\text{can}}{\text{día}} \times 0,005 \frac{\text{kg}}{\text{bolsa}} \times 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \left[13,88 - (-4,44)^\circ\text{C} \right] \times \frac{1 \text{ día}}{20 \text{ h}}$$

$$Q_e = 6,65 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.6 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa})

- Pared norte

$$Q = U A_m \Delta T$$

$$U = 1/R; R = 1/h_i + 1/h_e + X_1/K_1 + X_2/K_2$$

$$h_i = 6,1 (V)^{0,8}$$

donde V = velocidad del aire en el interior de la cámara

$$h_i = 6,1 (3,328 \text{ m/seg})^{0,8}$$

$$h_i = 16 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_e = 1,22 (\Delta T/L)^{0,25}$$

ΔT = Diferencia de temperatura entre el medio ambiente y la pared externa

L = Altura externa de la pared

$$h_e = 1,22 (6^\circ\text{C}/2,4 \text{ m})^{0,25}$$

$$h_e = 1,5340 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{x_1}{k_1} = 5,2635 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/kcal}$$

$$\frac{x_2}{K_2} = 0,15 \text{ m}/0,6 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{x_2}{k_2} = 0,25 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/kcal}$$

$$-U = 0,1605 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

-Area media (Am)

$$A_m = \sqrt{A \text{ interna} \times A \text{ externa}}$$

$$A_m = \sqrt{4,0 \text{ m}^2 \times 6,24 \text{ m}^2} = 4,996 \text{ m}^2$$

-Diferencia de temperatura (ΔT)

$$\Delta T = T \text{ externa} - T \text{ interna}$$

$$\Delta T = 27,55\text{°C} - (-12,2)\text{°C}$$

$$\Delta T = 39,77\text{°C}$$

$$Q_{\text{pared norte}} = 31,86 \text{ kcal/h}$$

- pared oeste

$$-U = 0,1605 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$-A_m = \sqrt{8,02 \text{ m}^2 \times 11,04 \text{ m}^2} = 9,397 \text{ m}^2$$

$$-\Delta T = 39,77\text{°C}$$

$$Q = 59,98 \text{ kcal/h}$$

-Pared Este

$$-U = 0,1605 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$-A_m = 9,397 \text{ m}^2$$

- ΔT

$$\Delta T = 39,77\text{°C} + \text{corrección de temperatura por radiación solar}$$

$$\Delta T = 43,1\text{°C}$$

$$Q = 65,00 \text{ kcal/h}$$

-Pared Sur

$$-U = 0,1605 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$-A_m = 4,996 \text{ m}^2$$

- ΔT

$$\Delta T = 39,77^\circ\text{C} + \text{corrección de temperatura por radiación solar}$$

$$\Delta T = 41,99^\circ\text{C}$$

$$Q = 33,67 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{pa} = 190,54 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.7 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi})

- Coeficiente global de transferencia de calor (U)

$$h_i = 16 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$h_e = 1,53 (\Delta T)^{0,25}$$

$$h_e = 2,3946 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$\frac{x_1}{k_1} = 5,2631 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$$

k_1

$$\frac{x_2}{k_2} = \frac{0,05 \text{ m}}{0,8036 \text{ kcal/hm}^2\text{C}}$$

$$\frac{x_2}{k_2} = 0,0622 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$$

k_2

$$U = 0,1722 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$\begin{aligned} 2,3946 &= 1,53(\Delta T)^{0,25} \\ \frac{2,3946}{1,53} &= (\Delta T)^{0,25} \\ \left(\frac{2,3946}{1,53}\right)^{2,5} &= \Delta T \\ \Delta T &= 41,99^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$-Am = \sqrt{8,02 \text{ m}^2 \times 11,96 \text{ m}^2}$$

$$Am = 9,78 \text{ m}^2$$

$$-\Delta T = 39,77^\circ\text{C}$$

$$Q_{pi} = 67 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.8 Calor Aportado por el Techo (Q_{te})

Coeficiente global de transferencia de calor (U)

$$h_i = 16 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$h_e = 1,13 (\text{T})^{0,33}$$

$$h_e = 2,0411 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$\frac{x_1}{k_1} = 5,2631 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$$

$$\frac{x_2}{k_2} = 0,0622 \text{ hm}^2\text{C/kcal}$$

$$U = 0,170 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$$

$$Am = 9,78 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 39,77^\circ\text{C}$$

$$Q_{te} = 66,12 \text{ kcal/h}$$

$$2,0411 = 1,13 (\Delta T)^{0,33}$$

$$\left(\frac{2,0411}{1,13} \right)^{\frac{1}{0,33}} = \Delta T$$

7.3.4.9 Calor Aportado por la Iluminación (Q_i)

Se utiliza una bombilla de 100 vatios de potencia, pero sólo se encenderá para cargar y descargar la cámara, por lo que no aporta calor.

$$Q_i = 0 \text{ kcal/h}$$

7.3.4.10 Calor Aportado por los Motores de los Ventiladores (Q_m)

El evaporador consta de dos ventiladores de 1/3 Hp c/u que trabajan el mismo tiempo que permanece encendida la cámara

$$Q_m = 2 \times 1.290 \text{ BTU/h} \times 0,252 \text{ Kcal/BTU}$$

$$Q_m = 650,16 \text{ kcal/h}$$

60

0,33 HP x 42,4 BTU/min

$\frac{1 \text{ HP}}{3} \times \frac{42,4 \text{ BTU/min} \times 60 \text{ min}}{1 \text{ HP min}} \times 1 \text{ hr}$

TABLA 13. Calor aportado por paredes, piso y techo

Pared	A_m m^2	h_i $\frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	h_e $\frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	U $\frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	Tiempo de funcion.	ΔT $^\circ\text{C}$	Q $\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
N	4,996	16,0	1,5340	0,1605	20 h/día	39,77	31,99
O	9,397	16,0	1,5340	0,1605	20 h/día	39,77	59,98
E	9,397	16,0	1,5340	0,1605	20 h/día	43,10	65,00
S	4,996	16,0	1,5340	0,1605	20 h/día	41,99	33,67
P	9,780	16,0	2,3946	0,1722	20 h/día	39,77	67,00
T	9,780	16,0	2,0311	0,1700	20 h/día	39,77	66,12
Total							323,66

Fuente : los autores

TABLA 14. Calor total a extraer de la cámara existente

Detalle	Carga kcal/h
Calor aportado por el producto	12.180,80
Calor aportado por el aire	8,78
Calor aportado por los operarios	0,00
Calor aportado por las canastas	58,00
Calor aportado por el empaque	6,65
Calor aportado por paredes, piso y techo	323,66
Calor aportado por la iluminación	0,00
Calor aportado por los motores	650,16
Subtotal	13.228,05
Factor de seguridad del 10%	1.322,805
Total	14.550,855

Fuente: los autores

7.3.5 Cálculo de la Potencia del Compresor

Las temperaturas de trabajo utilizadas para calcular la carga térmica a extraer de la cámara frigorífica existente en la P.P.P.T. son muy diferentes de las que realmente deben tomarse para realizar un proceso de congelación adecuada.

Una comparación es :

	Cámara existente	Óptima
Temperatura final del producto	-4,44°C	-20°C
Temperatura de la cámara	-12,22°C	-30°C
Temperatura del evaporador	-15,00°C	-37°C

De inmediato se observa que la cámara existente no se acoge a las necesidades mínimas en lo que a temperaturas de trabajo se refiere, lo cual puede ser una causa que determine su salida de servicio. Además, se notan defectos de construcción en la estructura que se ven agravados por la falta de mantenimiento desde su puesta en marcha.

También es de anotar el mal estado que presentan los equipos, debido al desgaste y a la falta de mantenimiento desde su instalación, lo que conllevaría una costosa reparación y adecuación de los mismos.

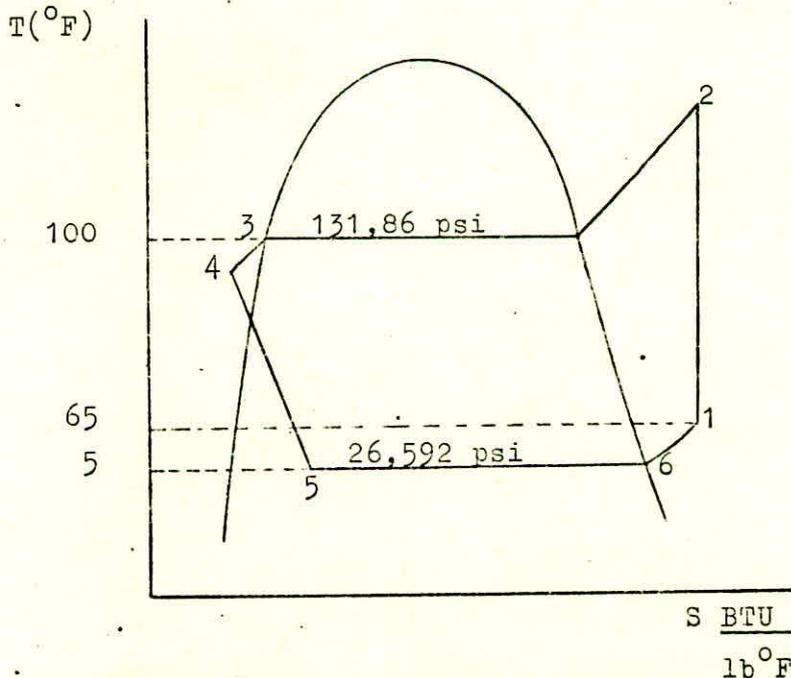


TABLA 15. Condiciones de evaluación para compresores de refrigeración

Grupo No.	Temperatura del vapor refrigerante saturado a la entrada del compresor		Temperatura de entrada del vapor refrigerante en el compresor		Temperatura del vapor refrigerante saturado a la salida del compresor	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
I	-10	-23,3	65	18,3	100	37,8
II	5	-15,0	65	18,3	100	37,8
III	20	- 6,7	65	18,3	105	40,6
IV	40	4,4	65	18,3	110	43,3
V	-10	-23,3	15	-9,4	95	35,0
VI	5	-15,0	30	-1,1	95	35,0
VII	20	- 6,7	40	4,4	100	37,8
VIII	40	4,4	55	12,8	100	37,8
IX	-40	-40,0	-15	-26,1	95	35,0
X	-40	-40,0	-15	-26,1	40	4,4
XI	-40	-40,0	-15	-26,1	0	-17,8
XII	-25	-31,7	± 0	-17,8	40	4,4
XIII	-25	-31,7	± 0	-17,8	5	-15,0

Fuente : Stoecker. Refrigeración y acondicionamiento de aire

$$h_3 = 31,100 \text{ BTU/lb}$$

$$h_6 = 77,803 \text{ BTU/lb}$$

h_1 = se halla la temperatura de recalentamiento, con la presión

de evaporación.

TABLA 16. Características del R -12 a la presión y temperatura de trabajo

P °F	25 PSI			26,592 PSI			30 PSI		
	s	v	h	s	v	h	s	v	h
60	0,18591	1,7723	85,965	0,18484	1,6742	85,885	0,18257	1,4644	85,716
65				0,18625	1,6927	86,633			
80	0,19155	1,8502	88,950	0,19050	1,7484	88,789	0,18826	1,5306	88,729

$$h_1 = 86,633 \text{ BTU/lb}$$

$$h_5 = h_3 - h_1 + h_6$$

$$h_5 = 22,27 \text{ BTU/lb}$$

7.3.5.1 Cálculo de la Temperatura de Descarga (Td)

$$T_d = \text{Temperatura de entrada al compresor} \left(\frac{\text{presión de condensación}}{\text{presión de evaporación}} \right)^{\frac{(\gamma - 1)}{\gamma}}$$

$$\left(\frac{1,138 - 1}{1,138} \right)$$

$$T_d = (65 + 460)^{\circ}\text{R} \left(\frac{131,86 \text{ Psi}}{26,592 \text{ Psi}} \right)$$

$$T_d = 177,5^{\circ}\text{F}$$

7.3.5.2 Cálculo de h_2

$$h_2 = h_g + \bar{c}_p \Delta T$$

$$\bar{c}_p = 0,1616 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$h_g = 87,029 \text{ BTU/lb}$$

$$h_2 = 87,029 \text{ BTU/lb} + 0,1616 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \times 77,5^\circ\text{F}$$

$$h_2 = 99,553 \text{ BTU/lb}$$

7.3.5.3 Cálculo de la Producción Frigorífica Específica (Pfe)

$$Pfe = h_6 - h_5$$

$$Pfe = 55,533 \text{ BTU/lb}$$

7.3.5.4 Cálculo de la Producción Frigorífica Volumétrica (Pfv)

$$Pfv = Pfe/vs \times \text{rendimiento volumétrico}$$

$$Pfv = \frac{55,533 \text{ BTU/lb}}{1,69275 \text{ pie}^3/\text{lb}} \times 0,95$$

$$Pfv = 31,166 \text{ BTU/pie}^3$$

7.3.5.5 Cálculo de Presión Efectiva Media (Pem)

$$Pem = \text{Presión de evaporación} \left(\frac{\sqrt{\frac{p \text{ condensación}}{p \text{ evaporación}}}}{\sqrt{\frac{p \text{ condensación}}{p \text{ evaporación}}} - 1} \right) \left[\frac{\left(\frac{\sqrt{\frac{p \text{ condensación}}{p \text{ evaporación}}}}{\sqrt{\frac{p \text{ condensación}}{p \text{ evaporación}}} - 1} \right)}{\left(\frac{p \text{ condensación}}{p \text{ evaporación}} \right)} - 1 \right]$$

$$Pem = 26,592 \text{ Psi} \left(\frac{1,138}{1,138-1} \right) \left[\frac{\left(\frac{131,86 \text{ Psi}}{26,592 \text{ Psi}} \right)^{\frac{1,138-1}{1,138}}}{1} - 1 \right]$$

$$P_{em} = 46,991 \text{ Psi} = 3,304 \text{ kg/cm}^2$$

7.3.5.6 Cálculo del Volumen Horario (Vh)

$$V_h = \frac{Q_t}{P_{fv}}$$

$$V_h = \frac{14.550,855 \text{ kcal/h}}{31,166 \text{ BTU/pie}^3} \times \frac{\text{BTU}}{0,252 \text{ kcal}}$$

$$V_h = 1.852 \text{ pie}^3/\text{h} = 52,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

7.3.5.7 Cálculo de la Potencia Termodinámica (Pt)

$$P_t = \frac{P_{em} \times V_h \times 10^4}{270.000}$$

$$P_t = 6,42 \text{ HP}$$

7.3.5.8 Cálculo de la Masa Circulante (Mc)

$$M_c = \frac{Q_t}{P_{fe}}$$

$$M_c = 1.039,77 \text{ lb/h}$$

7.3.5.9 Cálculo de la Potencia Ideal (Pi)

$$P_i = M_c (h_2 - h_1)$$

$$P_i = 1.039,77 \text{ lb/h (99,553 - 86,633) BTU/lb}$$

$$P_i = 5,28 \text{ HP} \times 1,15$$

$$P_i = 6 \text{ HP}$$

Como se vé, la potencia necesaria para el compresor es exactamente el doble de la potencia del compresor existente en la P.P.P.T.

7.3.6 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difusor)

Aquí se tiene en cuenta la carga a extraer de la cámara, que es la misma que debe absorber el evaporador.

$$\text{Carga a extraer de la cámara} = 14.550,855 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Capacidad del difusor} = 4,8 \text{ TR} \times 1,15$$

$$= 5,5 \text{ TR}$$

Entonces, la capacidad del difusor necesario es casi el doble la del existente en la P.P.P.T., lo cual es una razón de peso a tener en cuenta en las recomendaciones de este proyecto.

7.4 CALCULO Y DISEÑO DE LA CAMARA DE CONGELACION

7.4.1 Características de Diseño

7.4.1.1 Volumen Interno (Vi)

$$V_i = \frac{\text{Capacidad de carga}}{\text{Indice de estiba} \times 0,8}$$

$$V_i = \frac{1 \text{ Tn}}{0,250 \text{ Tn/m}^3 \times 0,8}$$

$$V_i = 5,0 \text{ m}^3$$

7.4.1.2 Dimensiones Internas

Escogiendo la altura igual a 2,0 m, se obtienen las otras dos.

$$\text{Area} = V_i / \text{altura}$$

$$\text{Area} = 2,5 \text{ m}^2$$

Las dimensiones se enmarcan de acuerdo con el espacio físico que presenta la sala de procesos y, son :

$$\text{Largo} = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1,25 \text{ m}$$

7.4.1.3 Dimensiones Externas

Las paredes serán construidas con módulos independientes de aluminio embozado de 2 mm de espesor y el aislamiento térmico en poliuretano expandido.

$$\text{Largo} = 2,0 \text{ m} + 0,312 \text{ m} + 0,008 \text{ m} = 2,32 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1,57 \text{ m}$$

Alto = 2,32 m

7.4.1.4 Cantidad de Canastas Necesarias Para la Estiba

Se toman canastas similares a las utilizadas en el cálculo anterior, sólo que se aumenta la capacidad individual a 25 kg.

$$\begin{aligned} \text{No. canastas} &= \frac{\text{Capacidad de la cámara}}{\text{Capacidad de la canasta}} \\ &= \frac{1.000 \text{ kg}}{25 \text{ kg}} = 40 \text{ canastas} \end{aligned}$$

7.4.2 Cálculo del Calor Aportado por la Materia Prima o Producto (BTU/lb)

$$\begin{aligned} Q_{\text{músculo}} &= 0,876 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (57-28)^{\circ}\text{F} + 114,32 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} + 0,479 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} [28 - (-4)]^{\circ}\text{F} \\ &= 155,00 \text{ BTU/lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{agua}} &= 1,0 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} (57-32)^{\circ}\text{F} + 144 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} + 0,5 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} [32 - (-4)]^{\circ}\text{F} \\ &= 187 \text{ BTU/lb} \end{aligned}$$

7.4.3 Cálculo del Tiempo de Congelación (0)

$$= \left[1,0 + 0,00445 (57-28)^{\circ}\text{F} \right] \left[155 \text{ BTU (63 lb/pie}^3) \right] / \left[28 - (-22) \right]^{\circ}\text{F}$$

$$\left[\frac{0,5 \times 0,208 \text{ pie}}{5,5 \text{ BTU/pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} + \frac{0,125 (0,208 \text{ pie})^2}{0,64 \text{ BTU/pie } ^\circ\text{F}} \right]$$

$$= 6 \text{ h}$$

7.4.4 Cálculo de la Carga a Extraer de la Camara de Congelación (Q_t)

7.4.4.1 Calor Aportado por el Producto (kcal/h)

$$Q_m = 700 \text{ kg/día} \times 155 \text{ BTU/lb} \times 2,204 \text{ lb/kg} \times 1 \text{ día/6h} \times 0,252 \text{ kcal/BTU}$$

$$= 10.043,63 \text{ kcal/h}$$

$$Q_a = 300 \text{ kg/día} \times 187 \text{ BTU/lb} \times 2,204 \text{ lb/kg} \times 1 \text{ día/6h} \times 0,252 \text{ kcal/BTU}$$

$$= 5.193,06 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{mp} = 15.236,69 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.2 Calor Aportado por el Aire (Q_a)

$$Q_a = \frac{1,0 \text{ cambio de aire}}{\text{día}} \times \frac{1,0 \text{ m}^3/\text{cambio de aire}}{0,8514 \text{ m}^3/\text{kg aire seco}} \times 24,7 \frac{\text{kcal}}{\text{kg a.s}} \times 1 \text{ día/6h}$$

$$Q_a = 4,83 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_{op})

$$Q_{op} = 0 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.4 Calor Aportado por las Canastas (Q_c)

$$Q_c = 2 \text{ kg/can} \times 40 \text{ can/día} \times 0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 33,88^\circ\text{C} \times 1 \frac{\text{día}}{6\text{h}}$$

$$= 108,416 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.5 Calor Aportado por el Empaque (Q_e)

$$Q_e = 22 \frac{\text{bolsas}}{\text{canasta}} \times 40 \frac{\text{canastas}}{\text{día}} \times 0,005 \frac{\text{kg}}{\text{bolsa}} \times 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times 33,88^\circ\text{C} \times 1 \frac{\text{día}}{6\text{h}}$$

$$= 12,42 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.6 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa})

$$Q_{pa} = 0,2985 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2\text{C}} \times 15,31 \text{ m}^2 \times 52^\circ\text{C}$$

$$= 237,64 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.7 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi})

$$Q_{pi} = 0,3192 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{C}} \times 3,01 \text{ m}^2 \times 52^\circ\text{C}$$

$$= 49,96 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.8 Calor Aportado por el Techo (Q_{te})

$$Q_{te} = 0,3120 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{C}} \times 3,01 \text{ m}^2 \times 52^\circ\text{C}$$

$$= 48,83 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.9 Calor Aportado por la Iluminación (Q_i)

$$Q_i = 0 \text{ kcal/h}$$

7.4.4.10 Calor Aportado por los Motores de los Ventiladores (Q_m)

$$Q_m = 2 \times 5.100 \text{ BTU/h} \times 0,252 \text{ kcal/BTU}$$

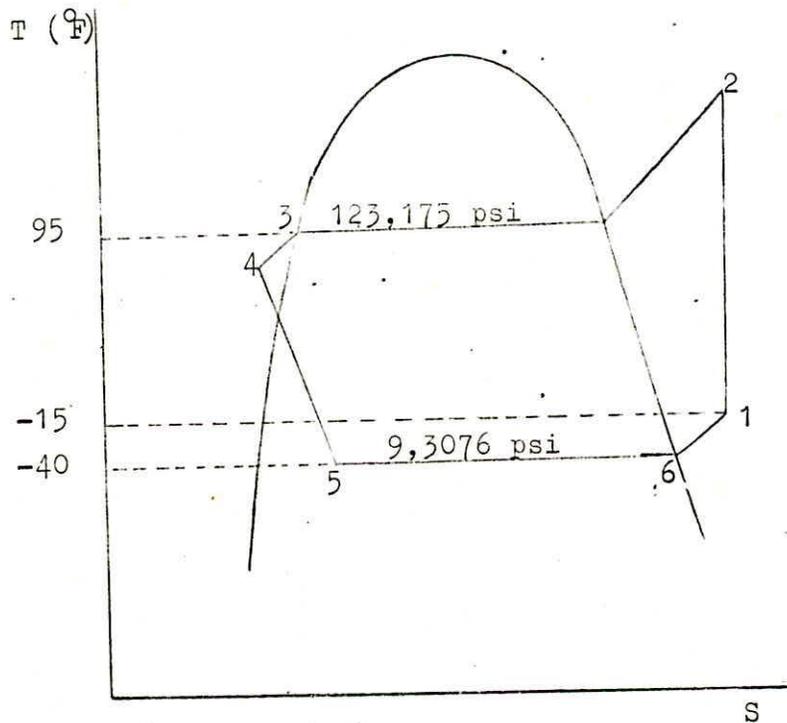
$$= 2.570 \text{ kcal/h}$$

TABLA 17 . Calor total a extraer de la cámara de congelación

Detalle	Carga (kcal/h)
Calor Aportado por el producto	15.236,69
Calor aportado por el aire	4,83
Calor aportado por los operarios	0,00
Calor aportado por las canastas	127,65
Calor aportado por el empaque	12,42
Calor aportado por paredes, piso y techo	336,43
Calor aportado por la iluminación	0,00
Calor aportado por los motores	2.570,4
Subtotal	18.269,186
Factor de seguridad del 10%	1.826,9186
Total	20.096,105

Fuente : los autores

7.4.5 Cálculo de la Potencia del Compresor



$$h_3 = 29,906 \text{ BTU/lb}$$

$$h_6 = 72,913 \text{ BTU/lb}$$

$$h_1 = 76,220 \text{ BTU/lb}$$

$$h_5 = 26,599 \text{ BTU/lb}$$

7.4.5.1 Cálculo de la Temperatura de Descarga (T_d)

$$T_d = 445^\circ\text{R} (13,233)^{(0,12126)}$$

$$T_d = 148,67^\circ\text{F}$$

7.4.5.2 Cálculo de h_2

TABLA 18. Características del R - 12 a la presión y temperatura de trabajo

P	5 Psi			9,3076 Psi			10 Psi		
	v	h	s	v	h	s	v	h	s
-15				4,3863	76,220	0,18195			
0	8,0611	79,582	0,19663	4,5459	78,292	0,18636	3,9809	78,246	0,18471
20	8,4265	81,309	0,20244	4,7586	81,054	0,19224	4,1691	81,014	0,19061

$$h_2 = 86,601 \text{ BTU/lb} + 8,71278 \text{ BTU/lb}$$

$$= 95,313 \text{ BTU/lb}$$

7.4.5.3 Cálculo de la Producción Frigorífica Específica (Pfe)

$$Pfe = 46,314 \text{ BTU/lb}$$

7.4.5.4 Cálculo de la Producción Frigorífica Volumétrica (Pfv)

$$Pfv = 10,03 \text{ BTU/lb}$$

7.4.5.5 Cálculo de la Presión Efectiva Media (Pem)

$$Pem = 9,3076 \text{ Psi} (8,24637)(0,36779)$$

$$= 28,23 \text{ Psi} = 1,985 \text{ kg/cm}^2$$

7.4.5.6 Cálculo de Volumen Horario (Vh)

$$V_n = \frac{79.746,447 \text{ BTU/h}}{10,03 \text{ BTU/pie}^3}$$

$$= 7.950 \text{ pie}^3/\text{h} = 225,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

7.4.5.7 Cálculo de la Potencia Termodinámica (Pt)

$$Pt = \frac{1,985 \text{ kg/cm}^2 \times 225,14 \text{ m}^3/\text{h} \times 10^4}{270.000}$$

$$= 16,55 \text{ HP}$$

7.4.5.8 Cálculo de la Masa Circulante (Mc)

$$Mc = \frac{79.746,447 \text{ BTU/h}}{46,314 \text{ BTU/lb}}$$

$$= 1.721,86 \text{ lb/h}$$

7.4.5.9 Cálculo de la Potencia Ideal (Pi)

$$Pi = 1.721,86 \text{ lb/h} \times 19,093 \text{ BTU/lb}$$

$$= 12,92 \text{ HP} \times 1,15$$

$$= 15 \text{ HP}$$

7.4.6 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difusor)

$$\text{Carga a extraer de la cámara} = 20.096,105 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Capacidad del difusor} = 6,64 \text{ TR} \times 1,15$$

$$= 7,6 \text{ TR}$$

7.5 CALCULO Y DISEÑO DE LA CAMARA DE CONSERVACION

7.5.1 Características de Diseño

7.5.1.1 Volumen Interno (Vi)

$$\begin{aligned}
 V_i &= \frac{3,5 \text{ Tn}}{0,303 \text{ Tn/m}^3 \times 0,8} \\
 &= 14,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

7.5.1.2 Dimensiones Internas

$$\text{Alto} = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 2,0 \text{ m}$$

7.5.1.3 Dimensiones Externas

$$\text{Largo} = 3,92 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 2,32 \text{ m}$$

$$\text{Alto} = 2,32 \text{ m}$$

7.5.2 Cálculo de la Carga a Extraer de la Cámara de Conservación (Qt)

7.5.2.1 Calor Aportado por el Producto

Como ya viene congelado, no aporta calor

$$Q_{mp} = 0 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.2 Calor Aportado por el Aire (Q_a)

$$Q_a = 37,46 \frac{\text{cambio de aire}}{\text{día}} \times 2,88 \frac{\text{m}^3/\text{cambio de aire}}{0,8514 \text{ m}^3/\text{kg aire s.}} \times 24,7 \frac{\text{kcal}}{\text{kg a.s}} \times 1 \frac{\text{día}}{18\text{h}}$$

$$= 173,88 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.3 Calor Aportado por los Operarios (Q_{op})

$$Q_{op} = \text{calor aportado por persona} \times \text{No. de operarios}$$

$$= 383,45 \text{ kcal/a} \times 1$$

$$= 383,45 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.4 Calor Aportado por las Paredes (Q_{pa})

$$Q_{pa} = 0,2903 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 25,46 \text{ m}^2 \times 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 384,33 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.5 Calor Aportado por el Piso (Q_{pi})

$$Q_{pi} = 0,3099 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 8,09 \text{ m}^2 \times 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 130,36 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.6 Calor Aportado por el Techo (Q_{te})

$$Q_{te} = 0,3031 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 8,09 \text{ m}^2 \times 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{te} = 127,50 \text{ kcal/h}$$

7.5.2.7 Calor Aportado por la Iluminación (Q_i)

$$\begin{aligned} Q_i &= \text{calor aportado por una bombilla} \times \text{No. de bombillas} \\ &= 860 \frac{\text{kcal}}{\text{kw}} \times 0,1 \frac{\text{kw}}{\text{h}} \times 3 \\ &= 258 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

7.5.2.8 Calor Aportado por los Motores de los Ventiladores (Q_m)

$$\begin{aligned} Q_m &= 2 \times 430 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \times 0,252 \frac{\text{kcal}}{\text{BTU}} \\ &= 216,72 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

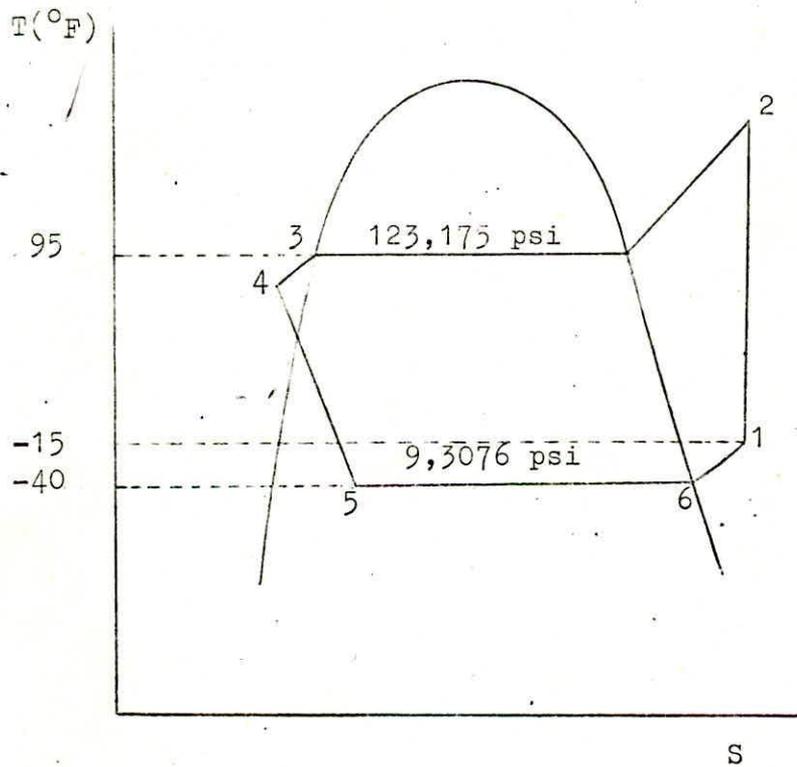
TABLA 19 . Calor total a extraer de la cámara de conservación

Detalle	Carga (kcal/h)
Calor aportado por el producto	0,00
Calor aportado por el aire	173,88
Calor aportado por los operarios	383,43
Calor aportado por paredes, piso y techo	642,19
Calor aportado por la iluminación	258,00
Calor aportado, por los motores	216,72
Subtotal	1.674,22
Factor de seguridad del 10%	167,422
Total	1.841,642

Fuente : los autores

7.5.3 Cálculo de la Potencia del Compresor

El ciclo seleccionado presenta las mismas características del ciclo anterior, por lo que hay valores semejantes.

7.5.3.1 Cálculo del Volumen Horario (V_h)

$$\begin{aligned}
 V_h &= \frac{7.308,103 \text{ BTU/h}}{10,00 \text{ BTU/pie}^3} \\
 &= 728,62 \text{ pie}^3/\text{h} = 20,63 \text{ m}^3/\text{h}
 \end{aligned}$$

7.5.3.2 Cálculo de la Potencia Termodinámica (Pt)

$$Pt = \frac{1,985 \text{ kg/cm}^2 \times 20,63 \text{ m}^3/\text{h} \times 10^4}{270.000}$$

$$= 1,5 \text{ HP}$$

7.5.3.3 Cálculo de la Masa Circulante (Mc)

$$Mc = \frac{7.308,103 \text{ BTU/h}}{46,314 \text{ BTU/lb}}$$

$$= 157,8 \text{ lb/h}$$

7.5.3.4 Cálculo de la Potencia Ideal (Pi)

$$Pi = 157,8 \text{ lb/h} \times 19,093 \text{ BTU/lb}$$

$$= 1,18 \text{ HP} \times 1,15$$

$$= 1,35 \text{ } \sphericalangle \text{ } 1,5 \text{ HP}$$

7.5.4 Cálculo de la Capacidad del Evaporador (Difusor)

$$\text{Carga a extraer de la cámara} = 1.841,642 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Capacidad del difusor} = 0,609 \text{ TR} \times 1,15$$

$$= 0,700 \text{ TR}$$

7.6 ADECUACIONES EN LA P.P.P.T.

Las adecuaciones que hay que realizar en la planta, planteadas en este proyecto son las siguientes :

7.6.1 Sala de Proceso

- Cambiar las mesas fijas por mesas movibles en acero inoxidable
- Suprimir la tina de lavado por quedar ésta expuesta directamente a los rayos solares, también para poder instalar equipos de acondicionamiento de aire, ya que por medio de ésta hay comunicación directa entre el medio ambiente interno y el externo.
- Construcción de un canal de desagüe a todo lo largo de la sala, especificado éste en la Figura 34
- Instalación del cielo raso y puertas de acceso
- Instalación del equipo de acondicionamiento de aire :

La selección del equipo se hizo con base en la investigación realizada por los estudiantes de la Facultad - Pedro Eslava e Isabel Parejo - denominada "Cálculos para el acondicionamiento de aire en la sala de fileteado en la P.P.P.T.". De acuerdo con lo anterior, los datos son :

Carga total a retirar = 15848,15 kcal/h

Tiempo de trabajo del equipo = 12 h/día

Potencia del compresor = 3 HP

- Instalación de cortinas de aire en las puertas con el fin de evi-

tar flujo de calor y la entrada de insectos.

7.6.2 Laboratorio de Control de Calidad

- Instalación del cielo raso
- Instalación del equipo de acondicionamiento de aire :

La selección del equipo se hizo con base en la investigación realizada por los estudiantes de la Facultad - Carlos Puerta y Antonio Serge - denominada "Cálculos para el acondicionamiento de aire del laboratorio de control de calidad y del almacén de la P.P.P.T."

Los datos son los siguientes :

Carga total a retirar = 11979 kcal/h

Tiempo de funcionamiento = 12 h/día

Potencia del compresor = 2 HP

7.6.3 Almacén

- Instalación del cielo raso
- Instalación del equipo de acondicionamiento de aire :

Los datos son los siguientes :

Carga total a retirar = 6.300 kcal/h

Tiempo de funcionamiento = 12 h/día

Potencia del compresor = 1 1/4 HP

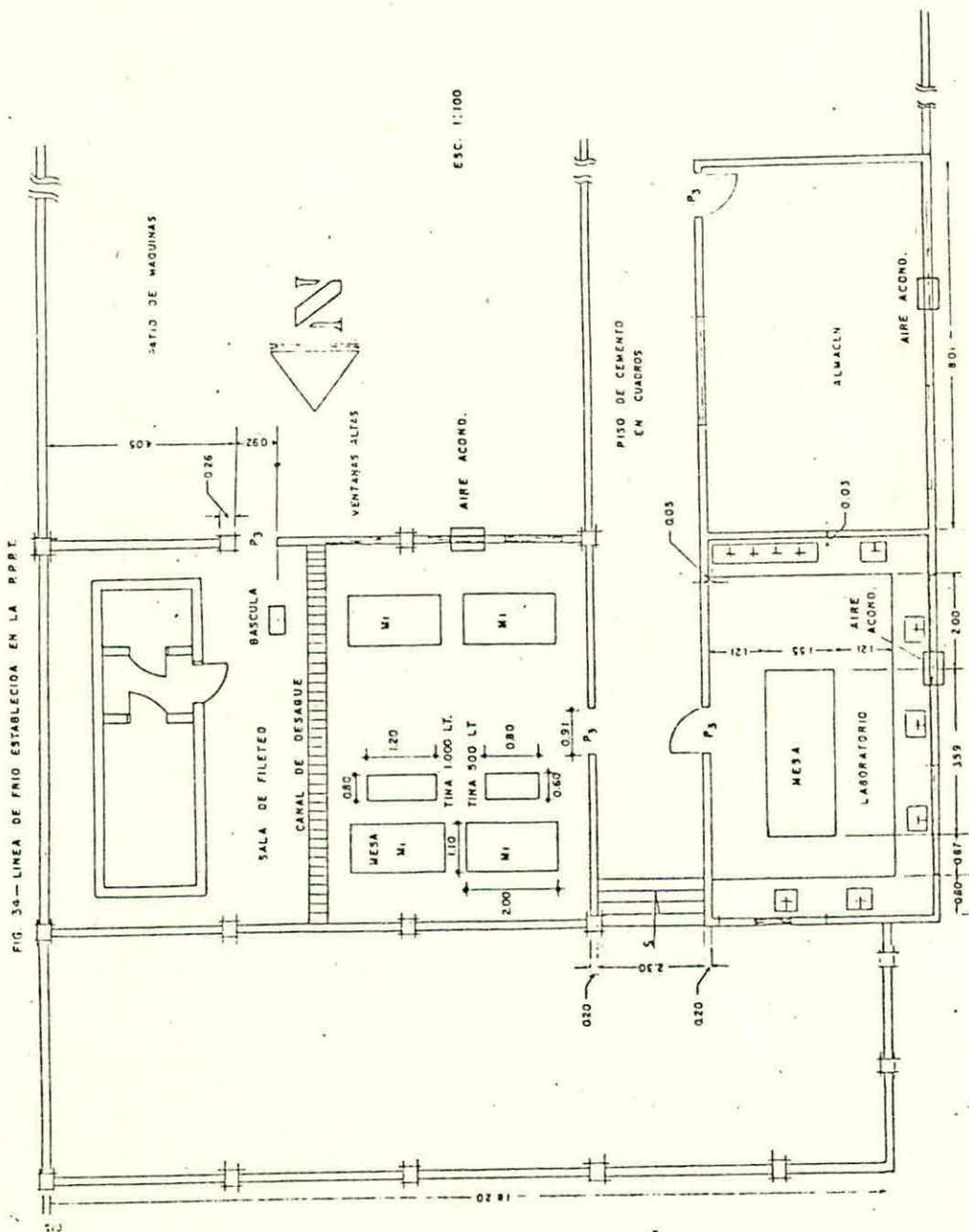


FIG. 35- MODELO DE UNA CAMARA MODULAR

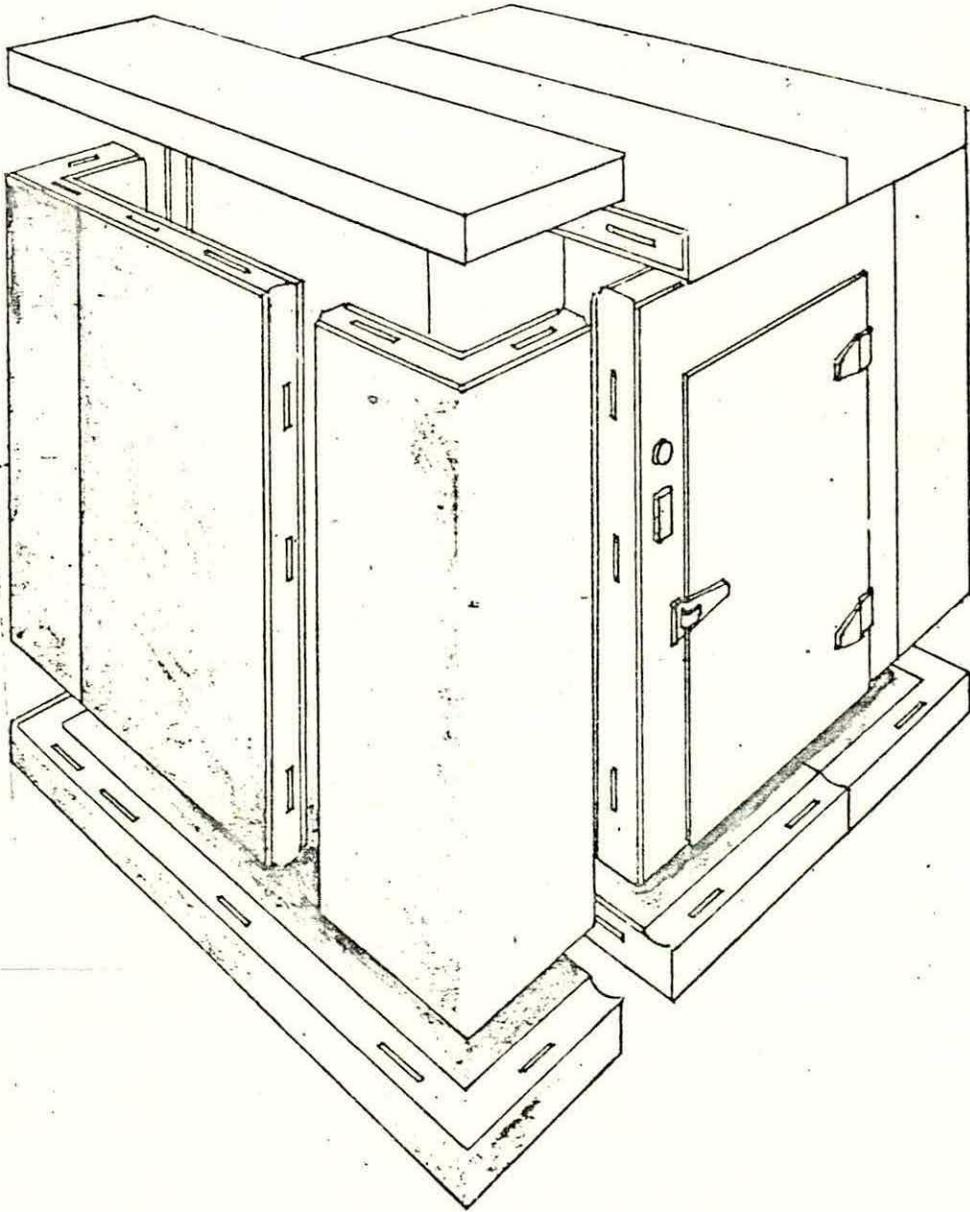
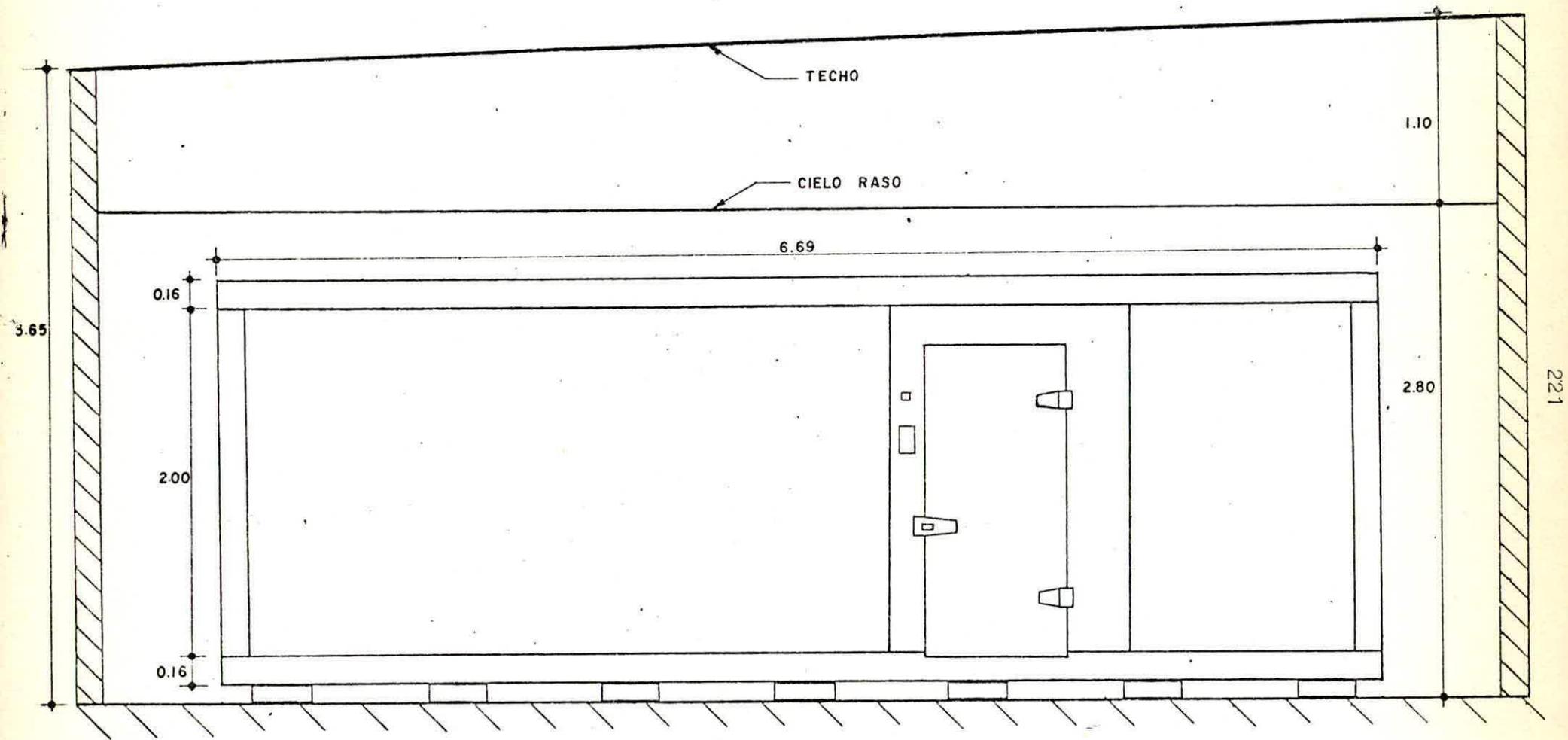
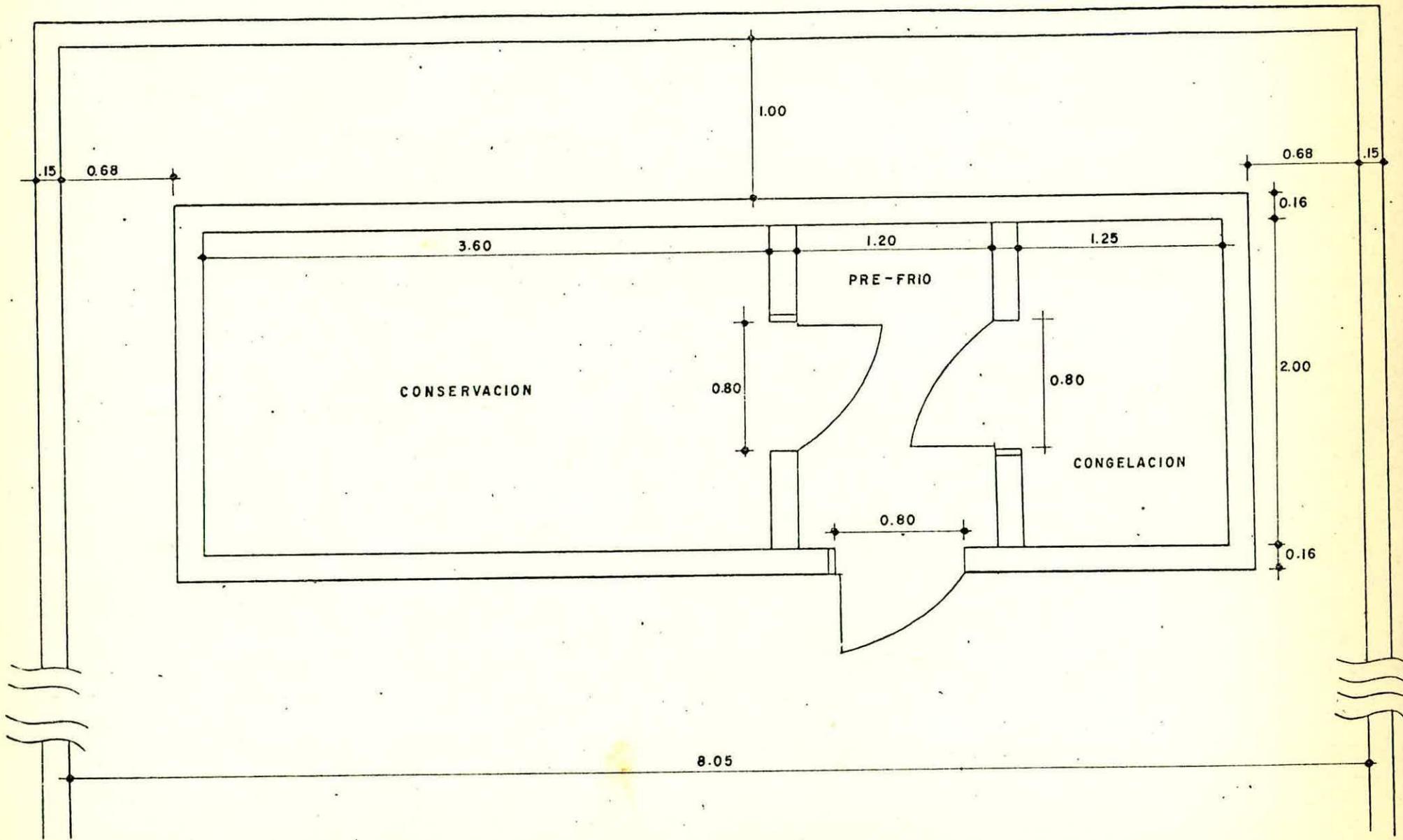


FIG.36 - VISTA FRONTAL DE LAS CAMARAS MÓDULARES



ESCALA 1 : 33,3



8. INVERSIONES

8.1 INVERSIONES FIJAS.	Valor (\$)
8.1.1 Terreno (existente)	\$ 751.026,82
8.1.2 Edificio (existente)	6.207.840,00
8.1.3 Adecuaciones	281.854,00
8.1.4 Maquinaria y Equipo :	

Descripción	Cantidad	V.Unit.	V.Total
Sierra sin fin	1	\$ 600.000	\$ 600.00
Tinas de acero inoxidable de 1.000 litros	2	12.000	24.000
Tinas de acero inoxidable de 500 litros	2	8.000	16.000
Mesas de acero inoxidable (2 x 1,1)m ²	4	12.000	48.000
Canastas	120	1.150	138.000

Descripción	Cantidad	V.Unit.	V.Total
Selladora de bolsas (exist.)	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Cuchillos	24	650	15.600
Hachuelas	12	450	5.400
Descamadoras manuales	24	300	7.200
Báscula tipo plataforma (ex.)	1	16.000	16.000
Báscula tipo reloj (exis.)	2	3.500	7.000
Bomba de agua 1/2 HP	1	34.000	34.000
Uniformes	10	4.000	40.000
Estantes	24	14.000	336.000
Selladora de bandas	2	2.500	5.000
Cortinas de aire	2	17.482	34.964
Acondicionador de aire de 2 HP	1	177.000	177.000
Acondicionador de aire de 3 HP	1	212.000	212.000
Acondicionador de aire de 1 HP	1	150.000	150.000
Transportador de canastas manual	1	10.000	10.000
Esmeril manual	1	5.000	5.000
Extintor de incendio	2	24.000	48.000
Rejilla de desagüe	1	2.000	2.000
Balde plástico de 100 litros	2	1.200	2.400
Cámara de congelación	1	1.500.000	1.500.000

Descripción	Cantidad	V.Unit.	V.Total
Cámara de conservación	1	\$ 1.836.000	\$ 1.836.000
Cámara de prefrío	1	300.000	300.000
Sub-total			<u>\$ 5.579.564</u> \$ 5.579.564

8.1.5 Equipos y Elementos de Laboratorio :

Probetas graduadas de 100 mil	2	\$ 363	\$ 726
Probetas graduadas de 250 mil.	2	740	1.480
Probetas graduadas de 500 mil	2	1.815	3.630
Probetas graduadas de 1.000 mil	2	3.025	6.050
Pipetas graduadas de 1 mil	5	237	1.185
Pipetas graduadas de 2 mil.	5	254	1.270
Pipetas graduadas de 5 mil.	5	271	1.355
Pipetas graduadas de 10 mil.	5	423	2.115
Pipetas graduadas de 20 mil	5	593	2.965
Pipetas graduadas de 50 mil	2	800	1.600
Erlenmeyer de 250 mil.	5	201	1.005
Erlenmeyer de 500 mil	3	335	1.005

Descripción	Cantidad	V.Unit.	V.Total
Vasos de precipitados de 250 mil.	5	\$ 247	\$ 1.235
Vasos de precipitación de 500 mil	3	728	2.184
Tubos de ensayos con tapa 16 x 150 mm	24	358	8.592
Tubos de ensayos sin tapa 12 x 100 mm	24	26	624
Tubos de Durham	24	24	576
Cajas de petri. 100 x 15 mm	24	581	13.944
Gradillas metálicas	3	500	1.500
Balanza granatoria	1	54.450	54.450
Licuadaora	1	7.804	7.804
Vasos de licuadaora	5	1.200	6.000
Baño de María de dos puestos	1	114.950	114.950
Mangos de bisturíes	5	629	3.145
Cuchillas de bisturíes	30	36	1.080
Incubara bacteriológica	1	108.900	108.900
Asas bacteriológicas	10	109	1.090
Mecheros de alcohol	2	5.747	11.494
Peras de caucho para extracción de líquidos	2	889	1.778
Cuenta colonias	1	50.000	50.000

Descripción	Concepto	V.Unit.	V.Total
Termómetros	2	\$ 2.238	\$ 4.476
Espectofotómetro	1	180.000	180.000
Estabilizador de voltaje	1	10.000	10.000
Células de Comway	10	400	4.000
Estufas	2	1.800	3.600
Su-total			<u>\$ 615.808</u> 615.808

8.1.6 Muebles y Equipos de Oficina :

Escritorio tipo sub-gerente	2	\$ 43.526	\$ 87.052
Sillas giratorias	2	26.665	53.330
Archivador	2	8.930	17.860
Sub-total			<u>\$ 158.242</u> 158.242,00
Total de inversiones fijas			<u>\$ 13.594.335,00</u>

8.2 INVERSIONES DIFERIDAS

8.2.1 Montaje y Puesta en Marcha

Descripción	No. Personas	Título	\$/3 meses
Director	1	I.P.	263.121
Celadores	4	Obrero	338.112
Mecanógrafa	1	Secretaria	80.253

Descripción	No. Personas	Título	\$ / 3 meses	
Prestaciones (40%)			272.594,4	
Costo proyecto			72.600	
			<hr/>	
Sub-total			\$1.026.680,4	1.026.680,40

8.2.2 Imprevistos y Varios

5% de la inversión fija				679.716,75
				<hr/>
Total inversiones diferidas				\$ 1.706.397,20

8.3 CAPITAL DE TRABAJO

8.3.1 Gastos Administrativos (Nómina)

Descripción	No. Personas	Título	\$ / 3 meses	
Director	1	I.P.	263.121	
Jefe de control de calidad	1	I.P.	210.000	
Jefe de Produc- ción	1	I.P.	210.000	
Coordinador de prácticas	1	Técnico	130.515	
Celadores	4	Obreros	338.112	
Operarios	5	Obrero	449.100	
Aseadoras	2	Obrera	171.864	
Mecanógrafa	1	Secreta- ria	80.253	

Descripción	No. Personas	Título	\$ / 3 meses	
Prestaciones sociales (40%)			657.186	
Sub-Total			<u>\$2.510.151,00</u>	\$2.510.151,00

8.3.2 Materiales Directos

8.3.2.1 Elementos químicos		\$ 49.485		
8.3.2.2 Bolsas plásticas (7.200)		10.800		
8.3.2.3 Cajas de Cartón Parafinado (480)		15.360		
8.3.2.4 Bandejas de Icopor (3.600)		4.320		
8.3.2.5 Bandas Selladoras (1 rollo)		2.150		
Sub-total		<u>\$82.119</u>		\$ 82.119,00

8.3.3 Materiales Indirectos

8.3.3.1 Electricidad

$$\frac{\$ 1.261,169}{\text{día}} \times \frac{90 \text{ días}}{3 \text{ meses}} = \frac{\$ 113.505,21}{3 \text{ meses}}$$

8.3.3.2 Agua

$$\frac{\$ 142}{\text{día}} \times \frac{90 \text{ días}}{3 \text{ meses}} = \frac{\$ 12.780}{3 \text{ meses}}$$



8.3.3.3 Utiles de Oficina y Papelería

$$\frac{\$ 50}{\text{día}} \times \frac{90 \text{ días}}{3 \text{ meses}} = \frac{\$ 4.500}{3 \text{ meses}}$$

8.3.3.4 Utiles de Aseo

$$\frac{\$ 66,66}{\text{día}} \times \frac{90 \text{ días}}{3 \text{ meses}} = \frac{\$ 6.000}{3 \text{ meses}}$$

Sub-total	\$ 136.785,21	\$136.785,21
Total capital de trabajo		\$ 2.729.055,21

9. EVALUACION ECONOMICA

9.1 INGRESOS

Tienen que ver con el dinero en efectivo que llega a la planta por concepto de venta del producto y servicios prestados por congelación y conservación.

9.1.1 Por Concepto de Venta

Volumen de producción anual = 34.678,4 kilogramos

Valor unitario promedio = \$ 283/kg

Valor total anual = \$ 9.813.987,20

Devolución y descuentos en ventas (1%) = \$ 98.139,87

Valor total anual = \$ 9.715.847,33

P.P.P.T. (48%) = \$ 4.663.606,70

COINPES (52%) = \$ 5.052.240,60

9.1.2 Servicios de Congelación y Conservación

9.1.2.1 Congelación

Volumen de producto = 101.280 kg/año

Valor unitario = \$ 1,00/kg

Valor anual = \$ 101.280

9.1.2.2 Conservación

Se estima en un 40% del volumen congelado

Volumen de producto = 40.512 kilogramos

Valor unitario = \$ 0,50/kg

Valor total anual = \$ 20.256

Total de los Ingresos Anuales en la P.P.P.T. = \$ 4.785.142,7

9.2 EGRESOS

Tienen que ver con las salidas de dinero por los siguientes conceptos

9.2.1 Gastos Operativos

9.2.1.1 Costo de Materiales Directos

$$\frac{\$ 82.119}{3 \text{ meses}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$ 328.476/\text{año}$$

9.2.1.2 Costo de Mano de Obra Directa

$$\frac{\$ 209.580,00}{3 \text{ meses}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$ 2.514.960/\text{año}$$

9.2.1.3 Costo de Materiales Indirectos

$$\frac{\$ 136.785,21}{3 \text{ meses}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = \$ 547.140,84/\text{año}$$

9.2.1.4 Gastos Administrativos

9.2.1.4.1 Nómina del Personal Administrativo y de Servicio

$$\frac{\$ 655.137}{3 \text{ meses}} \times 12 \text{ meses} = \$ 7.861.644/\text{año}$$

9.2.1.5 Depreciación Económica

\$ 899.996,80/año

Total de los Egresos Anuales en la P.P.P.T. = \$ 12.152.218

9.3 BENEFICIOS DEL PROYECTO

Valor de la nómina actual de la P.P.P.T. = \$ 8.024.604/año

Valor de la nómina propuesta en el proyecto = \$ 10.376.604/año

De acuerdo a lo anterior, el valor de la nómina de la P.P.P.T.,

se incrementa en \$ 2.352.000/año por inclusión en la nómina de un jefe de Producción y un jefe de Control de calidad -Ambos Ingenieros Pesqueros -.

Los ingresos de la planta por conceptos de ventas y servicios de congelación y conservación son del orden de los \$ 4.785.142,70/año. Observando las cifras anteriores se tiene que la planta se aliviará \$ 2.433.142,70/año en sus gastos de funcionamiento.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La implantación de la línea de frío en la Planta Piloto Pesquera de Taganga (P.P.P.T.), es una necesidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera, ya que ésta contará con un proceso productivo continuo, beneficiando a la población estudiantil en sus labores académicas, trayendo consigo una mejor cualificación de sus egresados.
2. La población de Taganga se verá beneficiada, ya que siendo ésta, uno de los puertos pesqueros más importante de la región, se hace inminente la implantación de la línea de frío en la P.P.P.T., la cual extenderá sus servicios a la comunidad.
3. La cámara frigorífica existente en la P.P.P.T., no se acoge a las necesidades mínimas en lo que a temperaturas de trabajo se refiere; además, se notan defectos de construcción en la estructura de la cámara y que se ven agravados por la falta de mantenimiento que ha adolecido desde su construcción.
4. La capacidad del compresor instalado cubre apenas el 50% de la necesaria; lo mismo que la capacidad del evaporador, el cual pre-

senta un déficit del 45%; por lo que se nota que tanto la cámara en sí como sus equipos deben ser sustituidos.

5. Ya, descartada la cámara existente, se recomienda el montaje de las cámaras de congelación y conservación diseñadas en este proyecto.

6. Es importante mantener la cadena de frío en todo momento en un producto que ha sido congelado, la causa principal es que la velocidad de calentamiento de un pescado congelado es más del doble de la velocidad normal y esto es por causa de la gradiente de temperatura mucho mayor que se establece entre un producto muy frío y el medio ambiente, o sea, el incremento de temperatura crece y con él se incrementa la rapidez en el calentamiento.

7. El pescado congelado debe consumirse inmediatamente después de la descongelación, porque las enzimas o microorganismos no son destruidos por las bajas temperaturas, sino solamente destruidos en su acción.

8. Reducir al máximo la abertura de las puertas de las cámaras frigoríficas y no sobrepasar la capacidad estipulada para las mismas.

9. Debe estimularse el empleo de máquinas concebidas especialmente para eviscerar, lavar, filetear, desollar, cortar en rodajas y otras operaciones similares.

10. En esencial que la instalación de máquinas nuevas se haya estudiado a fondo, se justifique económicamente y que las máquinas se prueben rigurosamente antes de emplearlas, porque de lo contrario se pueden sufrir fracasos costosos.

11. RESUMEN

El estudio se realizó en la Planta Piloto Pesquera de Taganga (P.P.P.T.) en el transcurso de 1985 y parte de 1986. Este modifica las condiciones actuales de la Planta en las de una planta ideal, brindando a toda la población estudiantil y docente de la Facultad de Ingeniería Pesquera un proceso productivo continuo, trayendo consigo una mejor cualificación de sus egresados y una mejor extensión de servicios a la comunidad y proporcionando productos pesqueros de buena calidad a precios justos.

Además, la planta reducirá sus gastos de funcionamiento durante el primer año y el orden de los \$ 2.433.142,70.

Características del Producto

El producto se presenta congelado en varias modalidades.

a) Pescado entero : en bandejas de icopor con bolsas plásticas y embalado en cajas de cartón parafinado de 20 kg.

b) Pescado en filetes :

- Cartilagosos : empacado en bolsas plásticas de 1 y 2 kg y embalados en cajas de cartón parafinado de 20 kg.

- Oseos : Idem a).

- Pescado en rodajas : Idem a).

- Pulpo y calamar : Idem a los cartilagosos.

- Camarón : en bolsas plásticas de 1 kg y embalados en cajas de cartón parafinado de 20 kg.

SUMMARY

The present study took place in Taganga's fish processing Plant, about its different operational lines, modifying the actual conditions to an ideal one.

It offer to the municipality, University community and its Fishing Ingeneering Faculty, a continuos, non - expensive and productive processing services. The study brings itself a better cualification tothe Faculty Graduatesand at the same time, a good pro-jection to the public, because of the high quality of the products and resonables prices, reducing in \$ 2.433.142,70 the funtioning expenses per year.

Characteristics of the products

a) Whole fish : Row material comes on trays, in 1to2 kgrs plastic bags and packed then in 20 kg parafinated cardboard boxes.

b) Fillets

- Cartilaginous fishes : Row material comes in 1 to 2 kg plastic

bags and packed in 20 kg parafinated cardboard boxes.

- Bony Fishes : idem to a)

c) Slices : idem to a)

d) Octopus and squid : idem to cartilaginous fishes

e) Shrimp : comes in 1 Kg plastic bags and packed later in 20 kg parafinated cardboard boxes.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUINAGA, Victor. Nueva metodología y técnica para mantener una buena calidad en el pescado congelado. Programa Académico de Oceanografía y Pesquería. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. Perú, 1971. 61pp.
2. ALVAREZ, Emilio. Tratado general de refrigeración. Buenos Aires-Argentina, Bell, 1978. 352pp.
3. ANALES DEL CONGRESO DE MICROBIOLOGIA. Barranquilla-Colombia, 1985. 88pp.
4. ARCILA, Fernando. Productividad de los mares colombianos. Bogotá-Colombia, 1975. 76pp.
5. ASTURIAS, Alfredo. El aislamiento térmico en la pesca. Rev. Téc. Pesq. No.54, México, D.F., México, 1972. 40pp.
6. ATENCIO, Martín et al. Factibilidad de una industria pesquera extractora, conservación en frío y comercialización zona de Santa Marta. Santa Marta, Tesis; Fac. Ing. Pesq. Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta-Colombia, 1982. 157pp.
7. ATENCIO, Martín y PARODI, Hernán. Diseño de un cuarto frío para conservación de frutas (uvas, naranjas, moras y fresas). Fac. Ing. Pesq. Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta-Colombia, 1983. 37pp.
8. BAKAL, A. y HAYAKAWA, K. Calculation of freezing or thawing times. Japan, Japan International Cooperation Agency, 1984, 9pp.
9. BASCOM, Williard. La tecnología en el mar. Madrid-España, Blume, 1969. 13pp.
10. BELLO, Rafael. Efecto de la congelación sobre la estructura muscular del pescado. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela, 1983. 20pp.

11. BERTULLO, Víctor. Tecnología de los productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur, 1975. 538pp.
12. BONNER, William y CASTRO, Albert. Química orgánica básica. Madrid-España, Alhambra, 1978. 599pp.
13. BORNACELLI, Humberto et al. Aspectos técnicos en la comercialización de pescado en la zona de Santa Marta. Tesis; Fac. Ing. Pesq. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1979. 164pp.
14. BURGESS et al. El pescado y las industrias derivadas de la pesca. Zaragoza-España, Acribia, 1967. 392pp.
15. CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL ITC/TPAS/FAS. Orientaciones para la planificación del envase y embalaje para la exportación de los países en desarrollo, 1973. 11pp.
16. CERVIGON, Fernando. Los peces marinos de Venezuela-Caracas, Venezuela, Fundación la Salle, 1966. 951pp.
17. CIFUENTES, Juan. La industria pesquera Mexicana. Rev. Téc. Pesq. No. 34, México, D.F., México, 1970. 40pp.
18. COLOMBIA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. Bases para un plan de desarrollo del subsector pesquero colombiano. Bogotá, Col., 1980. 174pp.
19. COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Sistema nacional de salud. resolución No. 000917, Bogotá, Col., 1953. 32pp.
20. ----- . Sistema nacional de salud. Decreto No. 561/82. Bogotá-Colombia, 1984. 64pp.
21. ----- . sistema nacional de salud. Decreto No. 2333/82. Bogotá-Colombia, 1982. 64pp.
22. CONNELL, J. J. Control de la calidad del pescado. Zaragoza-España, Acribia, 1978. 235pp.
23. COOPERATIVA INTEGRAL DE PESCADORES DE TAGANGA. Plan de Desarrollo Pesquero de la comunidad de Taganga. Universidad Tecnológica del Magdalena, Fase I, Santa Marta-Col., 1983. 17pp.
24. CORREDOR, Jorge. Apuntes sobre la circulación costera en el Caribe noroccidental colombiano. Cartagena-Col, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 1981. 66pp.
25. COTES, Gustavo et al. Análisis bromatológico de siete espe-

- cies de pescado (refrigerado y congelado) comerciales en el Caribe colombiano. Santa Marta, tesis; Fac. Ing. Pesq. Universidad Tecnológica del Magdalena, 1979. 106pp.
26. CHANG, Hilda. La pesca como actividad económica. Rev. Act. Pesq. No. 3, Lima-Perú, 1979. 66pp.
 27. DAHL, Jorge. Los peces del norte de Colombia. Bogotá-Colombia, INDERENA, 1971. 391pp.
 28. DESROSIER, Norman. Conservación de alimentos. 2ed. México, D.F., México, Continental S.A., 1980. 468pp.
 29. DOMENECH, Juan. Congelación de alimentos. Tomo I. Barcelona-España, Sintex, 1960. 194pp.
 30. ----- . Congelación de alimentos. Tomo II. Barcelona-España, Sintex, 1960. 166pp.
 31. DOSSAT, Roy. Principios de refrigeración. 2ed. México D.F., México, Continental S.A., 1980. 594pp.
 32. ESCUELA NAUTICA PESQUERA. Fundamentos de la conservación de alimentos y su alteración. Cartagena, Col., 1979. 39pp.
 33. ----- . Manipulación de pescados y mariscos en los barcos pequeños. Cartagena-Col., 1979. 17pp.
 34. ESLAVA, Pedro y PAREJO, Isabel. Cálculos para el acondicionamiento de aire en la sala de fileteco de la Planta Piloto Pesquera de Taganga. Fac. Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta-Col., 1983. 92pp.
 35. ESPAÑA, Carlos et al. Población y mano de obra pesquera en Taganga Santa Marta; Tesis. Fac. de Ing. Pesq. Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta, Col, 1980. 124 pp.
 36. FAO. Aprovechamiento y comercialización del tiburón. Roma-Italia, 1979. 186pp.
 37. ----- . Consulta de expertos sobre la pesca de calanares y otros cefalópodos. Roma-Italia, 1975. 12pp.
 38. ----- . El hielo en las pesquerías. Roma-Italia, 1968. 64pp.
 39. FAO/UNA. Suministro de agua para las instalaciones de elaboración de pescado. Roma-Italia, 1973. 84pp.
 40. ----- . Informe de la segunda reunión de la comisión de pesca para el Atlántico centro-occidente. Roma-Italia, 1978. 50pp.

41. FAO/UNA. Redes de arrastre de fondo para la pesca artesanal. Roma-Italia, 1980. 42pp.
42. FAO/OMS. Código internacional recomendado de prácticas para pescado fresco. Roma-Italia, 1976. 41pp.
43. FAO/UNA. Problemas científicos y técnicos en la refrigeración y congelación de productos marinos. La Molina-Chile, 1984. 11pp.
44. FRAZIER, W. Microbiología de los alimentos. Zaragoza-España, Acribia, 1972. 512pp.
45. GRANADOS, F. y SERRANO, J. Factibilidad de una planta pesquera productora de enlatados, semiconservas y congelados (Tangganga) Santa Marta. Tesis; Fac. Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta-Col., 1981. 587pp.
46. GRIM, John. Manual de refrigeración. Durango, México, Copeland, 1972. 148pp.
47. GUILLÉN, Juana. Goteo en pescado congelado. Lima; Programa académico Federico Villarreal. Lima-Perú, 1980. 79pp.
48. GUTIERREZ, Pedro. El pescado y la importancia del frío en su conservación. Rev. Cayuco, No.5, Bogotá-Col., 1984. 64pp.
49. HAMAMOTO, Humberto. Deterioro de productos pesqueros congelados. Lima-Perú, Instituto Tecnológico del Perú, 1985. 9pp.
50. HANSEN, Paul. Manejo y enfriamiento de grandes capturas para procesamiento industrial. Dinamarca, Ministerio de Pesca, 1981. 28pp.
51. HASS, Hans. El mundo bajo las aguas. Barcelona-España, Plaza y Janés, 1976. 302pp.
52. HERRMAN, Karl. Alimentos congelados, tecnología y comercialización. Zaragoza-España, Acribia, 1975. 285pp.
53. HIMAT. Calendario meteorológico. Bogotá-Col., 1984. 52pp.
54. HOLT, S. J. Los recursos alimentarios del océano. Madrid-España, Blume, 1969. 15pp.
55. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. Cortes histológicas de productos hidrobiológicos para la observación microscópica, Japón, 1982. 10pp.
56. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. Procesos de producción de pulpas de pescado y alimentos terminados. Cartagena, Col., 1984. 97pp.

57. KENNEDY, Ralph. Estados financieros. México D.F., México, U.T.E.H.A., 1978. 805pp.
58. KENT, George. La industrialización de la pesca. Rev. Cayuco No.6, Bogotá-Col., 1985. 64pp.
59. KIETZMANN, U. et al. Inspección veterinaria de pescados. Zaragoza-España, Acribia, 1974. 326pp.
60. LUDORFF, W. et al. El pescado y los productos de la pesca. Zaragoza-España, Acribia, 1978. 341pp.
61. MARCELES, A. y ARMENTA, L. Estudio de factibilidad para la instalación de una industria de empaques de polietileno impreso. Barranquilla-Col., Fondo para el Desarrollo Industrial del Atlántico, 1975, 162pp.
62. MARGULIES, Walter. El empaque en la planeación a alto nivel. Bogotá-Colombia, PROEXPO, 1981. 15pp.
63. MAZA, Santos. Tecnología de productos pesqueros congelados. Lima-Perú, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, 1985. 15pp.
64. MENDEZ, Wenceslao et al. Propuesta de una planta manual procesadora de tiburón. Tesis; Fac. de Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta-Colombia, 1982. 137pp.
65. MERCK. Handbook Culture Media. Frankfurter, Alemania R.F., 1981. 207pp.
66. MICHAELER, Antonio. Manual de proyectos específicos de desarrollo industrial. Bogotá-Colombia, INCCA, 1972. 222pp.
67. MORSEL, H. Vademécum del frigorista. Zaragoza-España, Acribia, 1973. 446pp.
68. MUÑOZ, José. Condiciones recomendadas para el almacenamiento frigorífico de productos perecederos en países cálidos. Madrid-España, Instituto del Frío, 1978. 30pp.
69. NEYRA, Juan. Proceso de congelación de productos pesqueros en barcos factoría, control de calidad, alternativas, ventajas y desventajas. Lima-Perú, Colegio de Ingenieros del Perú, 1981. 42pp.
70. NIETO, Fernando y PEREZ, Alfredo. Diseño de los equipos necesarios para un cuarto de refrigeración de una pescadería. Fac. Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta, Col., 1984. 53pp.

71. OCEANOS S.A. Inspección y control de calidad de productos de la pesca. Cartagena-Col., 1984. 32pp.
72. ----- . Técnicas y procesos en la industria de la pesca. Cartagena-Col., 1984. 10pp.
73. PLANK, Rudolf. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Barcelona-España, Reverté, 1980. 805pp.
74. PUERTA, Carlos y SERGE, Antonio. Cálculos para el acondicionamiento de aire en el almacén y en el laboratorio de la Planta Piloto Pesquera de Taganga. Fac. Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta, Col., 1984. 50pp.
75. RAMIREZ, Máximo. Métodos físicos y químicos de preservación de alimentos. Programa académico de oceanografía y pesquería. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima-Perú, 1980. 61pp.
76. RAPIN, P. J. Instalaciones frigoríficas. Tomo II. Barcelona-España, Marcombo S.A., 1979. 598pp.
77. RAWSON, C. Guía para la presentación del pescado. México D.F., México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1980. 170pp.
78. REYT, Jean. Procesamiento de productos pesqueros, refrigeración y congelación. Lima-Perú, Colegio de Ingenieros del Perú, 1980. 188pp.
79. ROMERO, Lucas et al. Factibilidad en la implementación de la línea de frío en la Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga Ltda. Tesis; Fac. Ing. Pesq., Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta, Col., 1984. 200pp.
80. SALAZAR, Ricardo. El tiburón como un producto comercial. Bogotá-Col., PROEXPO, 1980. 58pp.
81. SEELY, H. Manual de laboratorio para microbiología. Madrid-España, Blume, 1973. 234pp.
82. SHAW, Evelyn. Los bancos de peces. Madrid-España, Blume, 1962. 9pp.
83. SOCIEDAD DANESA DE FABRICANTES DE MAQUINARIA FRIGORIFICA. Manual del técnico frigorista. Zaragoza-España, Acribia, 1969. 384pp.
84. STANZBY, Maurice. Tecnología de la industria pesquera. Zaragoza, España, Acribia, 1967. 443pp.

85. STOECKER, W. Refrigeración y acondicionamiento de aire. México D.F., México, Mc Graw Hill, 1978. 406pp.
86. STRYER, Lubert. Bioquímica. Barcelona, España, Reverté, 1976. 875pp.
87. SYME, John. El pescado y su inspección. Zaragoza-España, Acribia, 1968. 251pp.
88. TANIKAWA, E. Marine products in Japan. Tokyo, Japan, Koseisha Koseikaku Company, 1971. 507pp.
89. TORRES, E. y DELGADO, E. Manipulación del pescado en los barcos pesqueros. MAC-PNUD-FAO, Informe técnico No.2, Caracas, Venezuela, 1969. 2pp.
90. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. Teoría sobre la congelación de alimentos. La Molina-Chile, 1974. 16pp.
91. VILALTA, Jorge. Estudio de prefactibilidad para una empresa integrada de extracción a comercialización de pescado refrigerado y congelado. Programa académico de oceanografía y pesquería. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Perú, 1979. 198pp.
92. VALENCIA, Nancy y GARCIA, Yadira. Melanosis en el camarón: determinación del contenido de tirosina y ensayos de aditivos para corregir el fenómeno. Fac. Quím. y Far., Universidad de Cartagena. Cartagena-Colombia, 1983. 50pp.
93. ZAPATA, Fernando. Diagnóstico pesquero industrial costa pacífica. Buenaventura-Col., INDERENA, 1979. 47pp.

ANEXO

ENCUESTA PARA CONSUMIDORES

Fecha _____ Encuestador _____
 día mes año

Encuesta No. _____ Dirección _____

Sector _____

Jefe de hogar _____

Número de personas integrantes del hogar _____

Consumo de pescado _____ Sí _____ No _____

Motivo _____

Qué cantidad compra semanalmente ? _____ kg

Cual es la especie que más compra ? _____

Por qué ? _____

Consumo usted, otros tipos de carnes ? _____ Sí _____ No _____

Cantidad semanal aproximada _____ kg

Observaciones : _____

