

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PROTECCIÓN INTEGRAL

MAPA DE RIESGOS DE LA
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

PCTJ-1

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

TRABAJO PRESENTADO COMO CREDENCIAL DE
MÉRITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN INGENIERÍA DE PROTECCIÓN INTEGRAL
MENCIÓN "HIGIENE INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN
AMBIENTAL"

Tutor Académico:
Ing. JOSÉ ANDRÉZ

Proyecto de grado presentado
por : Ing. MARÍA E. CHÁVEZ P.
Ing. ALFREDO L. LOSCHI M.

Tutores Industriales:
Ing. ÉNIDA MÉNDEZ
Ing. DENNYS RAVENSTEIN

MÉRIDA - VENEZUELA
OCTUBRE 1995



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

PARTICIPACIÓN

Cumpliendo con la reglamentación del Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad de los Andes, a continuación especificamos la distribución del trabajo del proyecto de grado titulado: **MAPA DE RIESGOS DE LA PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1 (PCTJ-1)**.

	María Chávez	Alfredo Loschi
	%	%
Revisión Bibliográfica	50	50
Cálculos	50	50
Discusión de resultados	50	50
Redacción del informe	50	50

Hacemos constar que la información arriba mencionada es auténtica y refleja nuestra participación en este proyecto de grado, el cual forma parte del Programa de Especialización en Ingeniería de Protección Integral.

Los integrantes:

María Chávez

Alfredo Loschi

DEDICATORIA

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

A mi madre.

M. Chávez

A mi esposa Alba y mi hijo Moisés,
por su paciencia y apoyo durante
el desarrollo de este trabajo.

A. Loschi

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

AGRADECIMIENTOS

Mediante estas líneas queremos expresar nuestros mas sinceros agradecimientos a las siguientes personas y organizaciones, las cuales estuvieron siempre dispuestas a apoyarnos en lo referente a asesoría, logística y experiencia:

Organización Plantas de Gas y Compresión de LAGOVEN, División de Occidente;

Sección de Higiene Industrial de la Gerencia de Protección Integral de LAGOVEN, División de Occidente;

Ing. José Andrés, nuestro tutor académico

Ings. Énida Méndez y Dennys Ravenstein, nuestros tutores industriales

Personal de la Planta Compresora Tía Juana-1,

Postgrado de Especialización en Ingeniería de Protección Integral.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal, el estudio de los factores de riesgos y la elaboración del Mapa de los mismos en la Planta Compresora Tía Juana-1. Este mapa pretende servir como instrumento informativo que permita localizar los agentes generadores de riesgos en las áreas de trabajo, facilitando el control y seguimiento de los mismos.

La metodología seguida para la ejecución de este trabajo estuvo basada en un diagnóstico inicial de los factores ambientales presentes en la instalación, que influyen sobre la salud de los trabajadores y en la evaluación de los riesgos de ruido, calor, vibración, iluminación, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, productos químicos y riesgos biológicos, por medio de la medición directa y el análisis de muestras; posteriormente se realizó una comparación con las normas vigentes para determinar si dichos riesgos estaban dentro de los límites seguros de trabajo y finalmente se generaron las recomendaciones pertinentes a cada caso.

Las conclusiones mas resaltantes que resultaron de la elaboración de este trabajo son: La planta presenta altos niveles de ruido, tanto en espacios cerrados (oficinas, talleres, etc.) como en espacios abiertos, sobrepasando los niveles permitidos por la norma COVENIN; los altos índices de estrés calórico alcanzados obligan a una supervisión mas estrecha del desarrollo de actividades o trabajos prolongados al aire libre, en función de preservar la integridad del personal; la vibración es un riesgo presente en toda la instalación que amerita llevar a cabo estudios mas específicos y profundos para una evaluación mas precisa; la iluminación en general es deficiente, especialmente a nivel de lectura de instrumentos, presentando áreas específicas de penumbra tales como la zona de compresores de aire y múltiple de succión de la planta, entre otros; las radiaciones, tanto ionizantes como no ionizantes, no alcanzaron valores significativos que pudieran sugerir riesgos ante la exposición, sin embargo, es necesario efectuar estudios adicionales en lo que respecta a radiaciones no ionizantes; en lo referente a productos químicos, se detectaron algunas desviaciones en lo que respecta al uso de

equipos de protección personal durante su manipulación o exposición; finalmente, en lo referente a riesgos biológicos no se detectaron para el momento de la inspección factores potenciales de riesgo, aunque es necesario llevar a cabo una serie de acciones para minimizar posibles consecuencias a futuro.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PARTICIPACIÓN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ÍNDICE GENERAL	7
LISTADO DE TABLAS	11
LISTADO DE FIGURAS	12
LISTADO DE ANEXOS	13
INTRODUCCIÓN	18
JUSTIFICACIÓN	19
OBJETIVOS	20
CAPÍTULO 1.- Descripción general de la Planta	21
CAPÍTULO 2.- Marco Teórico	37
2.1.- Ruido	38
2.1.1.- Tipos de ruido	38
2.1.2.- Magnitudes y unidades	39
2.1.3.- Efectos de la exposición al ruido	40
2.1.4.- Equipo de medición	41
2.1.5.- Normativa aplicable	44
2.2.- Estrés Calórico	47
2.2.1.- Efectos del calor	48
2.2.2.- Equipo de medición	49
2.2.3.- Normativa aplicable	51
2.3.- Vibración	55
2.3.1.- Efectos sobre el organismo	56
2.3.2.- Equipo de medición	57

2.3.3.- Normativa aplicable	Pág.
2.4.- Iluminación	61
2.4.1.- Sistemas de iluminación	62
2.4.2.- Características de la visión	62
2.4.3.- Unidades luminotécnicas	64
2.4.4.- Efectos de una Iluminación deficiente	64
2.4.5.- Equipo de medición	65
2.4.6.- Normativa aplicable	66
2.5.- Radiaciones Ionizantes	70
2.5.1.- Tipos de radiaciones ionizantes	70
2.5.2.- Unidades para medir la radiación ionizante	71
2.5.3.- Efectos de la radiación ionizante	72
2.5.4.- Equipo de medición	73
2.5.5.- Normativa aplicable	74
2.6.- Radiaciones No Ionizantes	76
2.6.1.- Tipos de radiación no ionizante	76
2.6.2.- Efectos de las radiaciones no ionizantes	78
2.6.3.- Equipo de medición	79
2.6.4.- Normativa aplicable	82
2.7.- Productos Químicos	84
2.7.1.- Vías de entrada de los contaminantes químicos en el organismo	84
2.7.2.- Clasificación de los contaminantes químicos	85
2.7.3.- Acción de las sustancias tóxicas	90
2.7.4.- Niveles de exposición de los contaminantes químicos	90
2.7.5.- Gases explosivos	92
2.7.5.1.- Equipo de medición	94
2.8.- Riesgos Biológicos	98
2.8.1.- Clasificación de los riesgos biológicos	98

	Pág.
2.8.2.- Efectos de los riesgos biológicos	99
2.8.3.- Medios en que se encuentran los agentes biológicos	100
2.8.4.- Evaluación de riesgos biológicos	101
2.8.5.- Límites biológicos	102
CAPITULO 3.- Evaluación en campo y análisis de resultados	107
3.1.- Ruido	108
3.1.1.- Procedimiento de medición	108
3.1.2.- Análisis de resultados	111
3.2.- Estrés calórico	116
3.2.1.- Procedimiento de medición	116
3.2.2.- Análisis de resultados	121
3.3.- Vibración	124
3.3.1.- Procedimiento de medición	124
3.3.2.- Análisis de resultados	128
3.4.- Iluminación	131
3.4.1.- Procedimiento de medición	131
3.4.2.- Análisis de resultados	133
3.5.- Radiaciones Ionizantes	138
3.5.1.- Procedimiento de medición	138
3.5.2.- Análisis de resultados	139
3.6.- Radiaciones No ionizantes	140
3.6.1.- Procedimiento de medición	140
3.6.2.- Análisis de resultados	142
3.7.- Productos Químicos	143
3.7.1.- Procedimiento de medición	143
3.7.2.- Análisis de resultados	143
3.8.- Gases	147
3.8.1.- Procedimiento de medición	147
3.8.2.- Análisis de resultados	149

	Pág.
3.9.- Inspección Sanitaria	151
3.9.1.- Procedimiento de la inspección	151
3.9.2.- Análisis de resultados	153
3.10.- Mapa de Riesgos	156
CAPÍTULO 4.- Recomendaciones	159
4.1.- Ruido	160
4.2.- Estrés Calórico	162
4.3.- Vibración	164
4.4.- Iluminación	166
4.5.- Radiaciones No Ionizantes	168
4.6.- Productos Químicos	169
4.7.- Gases	171
4.8.- Inspección Sanitaria	172
REFERENCIAS	174
BIBLIOGRAFÍA	176
ANEXOS	177

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 - Ubicación de equipos - Primer Nivel	27
Tabla No. 2 - Ubicación de equipos - Segundo Nivel	30
Tabla No. 3 - Ubicación de equipos - Tercer Nivel	32
Tabla No. 4 - Ubicación de equipos - Isla de Distribución	34
Tabla No. 5 - Ubicación de equipos - Plataforma de bombas contra incendio	36
Tabla No. 6 - Relaciones de frecuencias	40
Tabla No. 7 - Tiempos de exposición ocupacional permisibles para ruidos continuos o intermitentes.	45
Tabla No. 8 - Recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajo típicos.	45
Tabla No. 9 - Especificaciones del equipo Anadata microclima	49
Tabla No.10 - Valores de Temperaturas TGBH admisibles en °C	53
Tabla No.11 - Clasificación de los niveles de calor metabólico para varios tipos de actividad.	54
Tabla No.12 - Especificaciones del equipo Brüel & Kjaer Tipo 2512	60
Tabla No.13 - Niveles de iluminación para áreas de la Industria.	67
Tabla No.14 - Tasa de exposición de acuerdo a los tiempos de permanencia del público en las áreas críticas.	75
Tabla No.15 - Especificaciones del medidor HI-3624	80
Tabla No.16 - Componentes relativos a la calidad organoléptica	104
Tabla No.17 - Componentes inorgánicos	104
Tabla No.18 - Componentes orgánicos	105
Tabla No.19 - Frecuencia mínima de muestreo para el análisis de parámetros microbiológicos.	106
Tabla No.20 - Frecuencia mínima para el análisis de parámetros relacionados con aspectos organolépticos, físicos y químicos.	106

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 - Diagrama general del proceso	24
Figura No. 2 - Vista lateral de la PCTJ-1	25
Figura No. 3 - Ubicación de equipos - Primer Nivel	26
Figura No. 4 - Ubicación de equipos - Segundo Nivel	29
Figura No. 5 - Ubicación de equipos - Tercer Nivel	31
Figura No. 6 - Ubicación de equipos - Isla de distribución	33
Figura No. 7 - Plataforma de bombas contraincendio	35
Figura No. 8 - Ubicación de puntos de medición de estrés calórico	117
Figura No. 9 - Ubicación de puntos de medición de vibración	125
Figura No. 10 - Ubicación de puntos de medición de gases	148
Figura No. 11 - Mapa de Riesgos	157

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXOS

	Pág.
ANEXO A.- RESULTADOS DE LAS MEDICIONES	178
Anexo A.1.- Mapas cuadriculados para las mediciones de ruido e iluminación.	179
Figura A.1.1.- Mapa cuadriculado - Primer nivel	180
Figura A.1.2.- Mapa cuadriculado - Segundo nivel	181
Figura A.1.3.- Mapa cuadriculado - Tercer nivel	182
Figura A.1.4.- Mapa cuadriculado - Isla de Distribución	183
Figura A.1.5.- Mapa cuadriculado - Plataforma de bombas contraincendio.	184
Figura A.1.6.- Mapa cuadriculado - Planchadas de Atraque	185
Anexo A.2.- Ruido	186
Tabla A.2.1.- Mediciones de ruido - Primer nivel	187
Tabla A.2.2.- Mediciones de ruido - Segundo nivel	188
Tabla A.2.3.- Mediciones de ruido - Tercer nivel	189
Tabla A.2.4.- Mediciones de ruido - Isla de Distribución	190
Tabla A.2.5.- Mediciones de ruido - Plataforma de bombas contraincendio.	191
Tabla A.2.6.- Mediciones de ruido - Planchadas de Atraque	192
Anexo A.3.- Estrés Calórico	193
Tabla A.3.1.- Cálculo de Índices TGBH	194
Gráfica A.3.1.- Límites de exposición para personas no aclimatadas al calor. Mediciones diurnas/nocturnas.	195
Gráfica A.3.2.- Límites de exposición para personas aclimatadas al calor.	197
Gráfica A.3.3.- Tiempos de Tolerancia en función de la Humedad Relativa.	199

ANEXOS	Pág.
Anexo A.6.- Radiaciones Ionizantes	234
Tabla A.6.1.- Resultados de las mediciones	235
Anexo A.7.- Radiaciones No Ionizantes	236
Tabla A.7.1.- Mediciones de campos electromagnéticos	237
Anexo A.8.- Especificaciones técnicas de productos químicos	238
Anexo A.9.- Gases	252
Tabla A.9.1.- Resultados	253
Anexo A.10.- Análisis de Agua Potable	255
ANEXO B.- Fotografías	258
Fotografías B.1.- Planta Compresora Tía Juana 1	259
B.1.1.- Plataforma de atraque de personal	260
B.1.2.- Sala de máquinas. Pasillo de Compresores	260
B.1.3.- Sala de máquinas. Lado Oeste	261
B.1.4.- Sala de máquinas. Área de reparación de Turbinas	261
B.1.5.- Sala de máquinas. Talleres de Instrumentistas y electricistas	262
B.1.6.- Sala de control	262
B.1.7.- Sala dúplex oeste	263
B.1.8.- Área de depuradores y enfriadores. Lado succión	264
B.1.9.- Área de depuradores y enfriadores. Lado descarga	265
B.1.10.- Enfriadores atmosféricos. Líneas de gas a las torres absorbedoras	266
B.1.11.- Área de depuradores. Pasillo principal	267
B.1.12.- Área de depuradores. Descargas de primeras etapas	268
B.1.13.- Área de depuradores. Válvulas de succión, descarga y desvío	269
B.1.14.- Plataforma de cloro	269

ANEXOS	Pág.
B.1.15.- Sala de resistores este. Tercer nivel	270
B.1.16.- Área de tránsito de materiales	270
B.1.17.- Pasillo principal bajo sala de máquinas	271
B.1.18.- Pasillos laterales bajo sala de máquinas	271
B.1.19.- Plataformas de bombas contra incendio	272
B.1.20.- Plataformas de tambor recolector de condensado de alta presión (D-1) y la Isla de distribución	272
B.1.21.- Área de servicios. Compresores de aire de servicio	273
B.1.22.- Área de servicios. Sistema de agua dulce	273
B.1.23.- Área de servicios. Bombas del sistema cerrado de agua de enfriamiento y contenedores de aire	274
B.1.24.- Área de torres absorbedoras. Almacenamiento de sulfato ferroso	275
B.1.25.- Área de servicios. Al fondo isla de distribución y múltiple LL-604-A	276
B.1.26.- Pasillo de acceso a las plataformas	277
B.1.27.- Isla de distribución. Vista general	277
B.1.28.- Isla de distribución. Múltiple de inyección de gas a pozos	278
B.1.29.- Isla de distribución. línea de descarga de planta	278
B.1.30.- Isla de distribución. Al fondo sistema de transferencia de gas, a la izquierda múltiple de gas de levantamiento artificial	279
B.1.31.- Planta compresora	279
B.1.32.- Plataforma del D-1	280
Fotografías B.2.- Equipos de Medición	281
B.2.1.- Analizador y medidor de ruido 1982	282

ANEXOS

Pág.

B.2.2.- Analizador de microclima "Anadata"	283
B.2.3.- Medidor de vibracion Brüel & Kjaer	284
B.2.4.- Medidor de iluminación (luxómetro) modelo 615-1200 vc	285
B.2.5.- Medidor de radiaciones ionizantes	286
B.2.6.- Medidor de campos magnéticos	287
B.2.7.- Detector multigas modelo MX21	288
B.2.8.- Instalaciones de la sección de Higiene Industrial utilizados para el análisis de agua	289

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

INTRODUCCIÓN

Desde la época de la revolución industrial, el hombre ha venido siendo agredido por la tecnología que él mismo ha creado, anteponiendo producción al bienestar de las personas.

Progresivamente, a medida que se profundiza en el conocimiento de como el ambiente de trabajo, cuando sobrepasa los límites seguros afecta la salud del hombre, el interés por el mismo aumentó, pero no como un simple componente de la cadena de producción, sino como elemento esencial del proceso que garantizara óptimas condiciones físicas para que fuese productivo y preservara la integridad.

No fue sino hasta la década de los 60 cuando en Europa, específicamente en Italia, surge el término de Mapa de Riesgo como una manera de identificar en el sitio de trabajo los agentes que pudieran ocasionar potenciales riesgos a la salud de los trabajadores, basados en que ellos mismos son los más interesados en preservar su salud.

En Venezuela, la técnica de los Mapas de Riesgos es desconocida por un gran sector empresarial ya que es en la década actual que ingresa esta información. Los estudios efectuados anteriormente se limitaban a mediciones puntuales de un riesgo específico, y en muchas ocasiones por solicitud del custodio de la instalación cuando ya el daño se materializaba.

La tendencia hoy día es más proactiva y está dirigida a adquirir el conocimiento de los riesgos inherentes a los procesos e instalaciones desde las primeras de cambio, a fin de eliminar o mitigar las consecuencias adversas sobre el personal expuesto. El presente trabajo, desarrollado en la Planta Compresora Tía Juana-1, es una contribución al cumplimiento de esa estrategia y tiene como finalidad proporcionar las bases para posteriores estudios específicos de los temas aquí tratados.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la sección de Higiene Industrial desarrolla un plan de evaluaciones de todas las instalaciones petroleras en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, como una estrategia proactiva para determinar, evaluar y corregir los riesgos a los cuales se exponen nuestros trabajadores en las labores cotidianas inmersas en estas actividades.

Desafortunadamente, la dispersión geográfica de estas instalaciones, el bajo número de técnicos adiestrados sobre esta materia y la necesidad de utilizar al máximo posible el esfuerzo propio, a fin de abaratar costos, han sido los principales ofensores para que estas evaluaciones sólo se hayan llevado a cabo parcialmente en algunas instalaciones.

Es así como este requerimiento, conjuntamente con la tarea de realización del trabajo de grado en la especialidad de Protección Integral, se unen para satisfacer las necesidades de ambas partes, en pro de una meta común como lo es el de buscar el bienestar de nuestro personal.

OBJETIVOS

Los objetivos planteados al inicio de este trabajo están expresados en los siguientes puntos :

- Poner en práctica los conocimientos recibidos durante el desarrollo del post-grado de manera de complementar el adiestramiento y, al mismo tiempo, familiarizarnos con los equipos de medición utilizados para las evaluaciones.
- Aplicar la instrucción recibida en la solución o ejecución de una actividad requerida por la empresa, específicamente satisfaciendo las necesidades de la sección de Higiene Industrial, perteneciente a la Gerencia de Protección Integral.
- Realizar la evaluación de los riesgos en la Planta Compresora Tía Juana-1 con el objeto de identificar las condiciones de trabajo, valorizar la capacidad agresiva de estos riesgos, conocer el nivel de exposición a que están sometidos los trabajadores y establecer las estrategias para mejorar las condiciones existentes.
- Proporcionar por medio del mapa una visualización de los riesgos, su ubicación y las fuentes generadoras de los mismos.
- Constituir una fuente de información en lo que a metodología de evaluación en campo y análisis de resultados se refiere, que sirva de apoyo para la realización de posteriores trabajos relacionados con este tema.

1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

La División de Occidente de LAGOVEN basa sus operaciones de extracción de petróleo en la costa oriental del Lago de Maracaibo. Para ello utiliza, entre otras, una técnica conocida como "levantamiento artificial por gas" la cual consiste en inyectar gas a alta presión (alrededor de 1300 Psig.) en la tubería de producción del pozo a fin de aligerar la columna de crudo y facilitar su ascenso. Con esta técnica se obtiene aproximadamente el 80% de la producción de crudo de la División. Adicionalmente, se inyecta gas directamente al yacimiento para conservar la presión del mismo e igualmente facilitar su extracción. Todo lo anterior se realiza mediante una compleja red de tuberías sub-lacustres, tendidas en el lecho del lago, por donde circulan el gas y el petróleo, además de instalaciones o plantas compresoras de gas.

En la actualidad se dispone de once plantas compresoras distribuidas en el Lago de Maracaibo, de las cuales cuatro son del tipo convencional, construidas en la década del 50, y las restantes siete del tipo modular, construidas en las décadas del 80 y 90.

Entre las plantas convencionales, se encuentra la planta compresora de gas Tía Juana-1 (PCTJ-1), ubicada a pocos kilómetros frente a la costa del Campo Tía Juana, la cual inició sus operaciones en octubre de 1954. Esta fue la primera planta compresora de Venezuela y la primera situada costa afuera del mundo. Al momento de su construcción, solo contaba con el proceso de compresión de gas pero posteriormente, en 1958, se le adicionaron dos torres absorbedoras para retirar los productos condensables del gas y separarlos en la planta GLP-1 ubicada en tierra firme en la zona de Ulé.

La capacidad actual de compresión de la PCTJ-1 es de 210 millones de pies cúbicos estandar diarios de gas, elevando la presión del mismo desde 25 Psig. hasta 1600 Psig., aproximadamente.

El gas que ingresa a la planta proviene de estaciones de flujo donde se recolecta la mezcla crudo-gas proveniente de los pozos productores, se separa la mezcla en depuradores y se envía el crudo a los patios de tanques ubicados en tierra firme, mientras que el gas es canalizado hacia las plantas compresoras.

Una vez en la planta, el gas es sometido a un proceso de siete etapas de compresión en serie constituido por tres fases: la primera de compresión propiamente dicha, la segunda de enfriamiento mediante intercambiadores de calor enfriados por agua proveniente del lago, y la tercera y última de depuración o retiro de productos condensados, para evitar que ingresen al compresor de la siguiente etapa.

En el caso de la PCTJ-1, la primera etapa de compresión está constituida por tres compresores en paralelo y la segunda etapa por dos compresores en paralelo. A partir de la tercera etapa y hasta la séptima solo se tiene un compresor por etapa. Dichos compresores son impulsados por turbinas industriales (una por compresor) las cuales utilizan como combustible una parte del gas comprimido. En la figura No. 1 se muestra un diagrama de este proceso y en el anexo B.1 se muestran las fotografías de la Planta.

Normalmente a la salida de los enfriadores de quinta etapa (o de cuarta en caso de estar parada la quinta) antes de entrar al depurador respectivo, el gas es desviado hacia las torres absorbedoras a una presión aproximada de 650 psig. donde se coloca en contacto en contracorriente con aceite proveniente de la planta GLP-1 a fin extraerle productos tales como propano y butano, para su posterior uso y comercialización. El aceite retorna a la planta GLP-1 mientras que el gas retorna al proceso de compresión ingresando al depurador de quinta etapa (o de cuarta según sea el caso).

A la salida de la séptima etapa, el gas es dirigido hacia una plataforma de distribución donde se destina para diferentes usos tales como el sistema de levantamiento artificial, línea de transferencia (sistema de tuberías que funciona a manera de pulmón para la

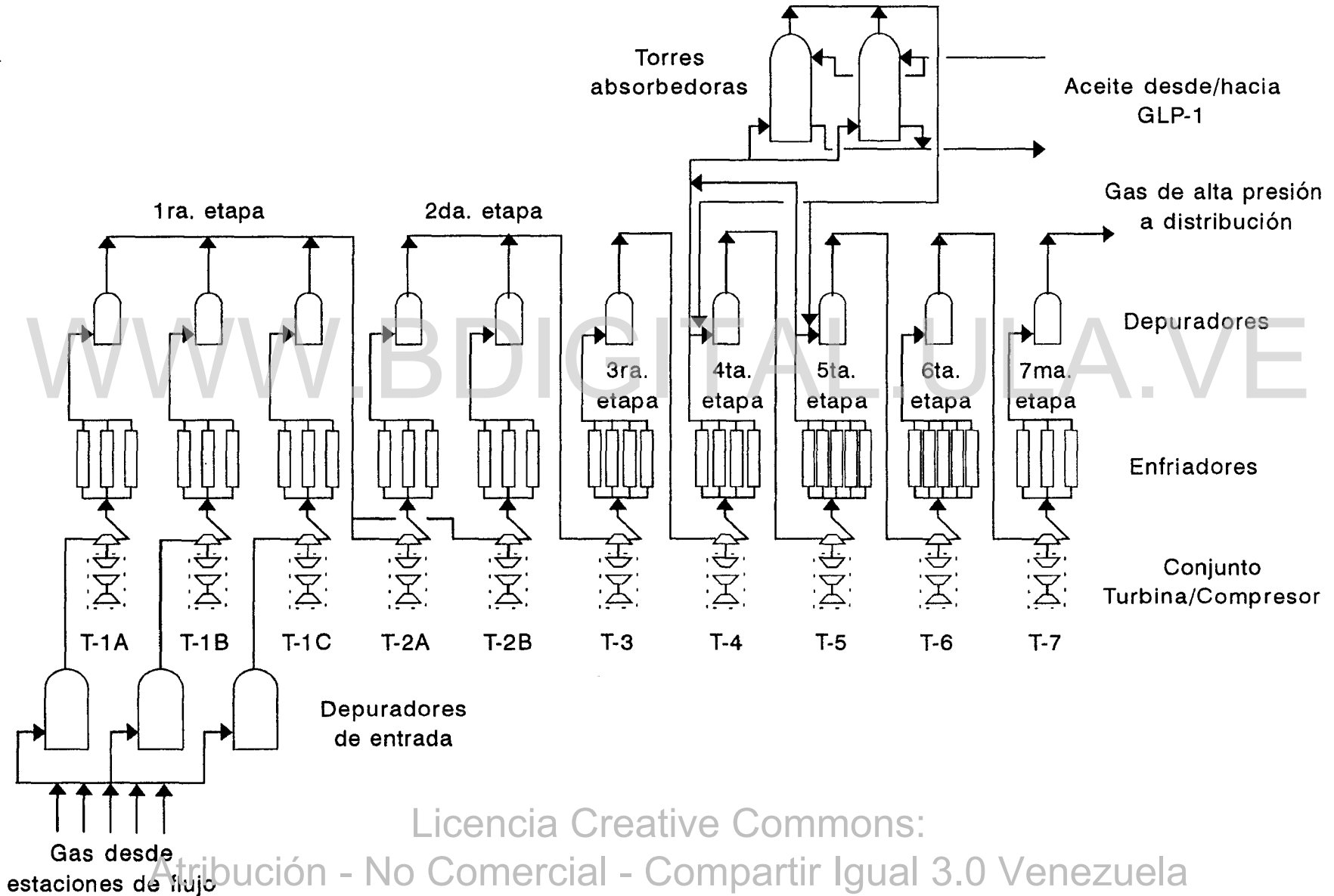
compensación de gas entre las diferentes áreas operativas) inyección al yacimiento para mantener su presión, envío a AMUAY y gas combustible a campos residenciales.

Estructuralmente, la planta está constituida por dos plataformas de concreto soportadas por pilotes o columnas hincadas en el fondo del lago (ver figura No. 2). Una de estas plataformas, la superior, comprende básicamente la sala de máquinas, junto con la sala de control, oficinas y talleres, mientras que en la plataforma inferior están instalados los recipientes de proceso, intercambiadores de calor y sistemas auxiliares (tales como compresores de aire, bombas de aceite y agua, entre otros). Adicionalmente, la planta dispone de cuatro plataformas anexas a las cuales se accesa mediante dos pasarelas: una de ellas comunica con la plataforma de bombas del sistema contraincendio (al sur este de la planta) y la segunda con la plataforma del depurador de condensado de alta presión (D-1), la plataforma o "Isla" de distribución (mencionada en el párrafo anterior) y el múltiple LL-604-A, a través del cual se envía gas hacia AMUAY, todas ellas al sur oeste de la planta.

En las figuras siguientes se ilustran la ubicación de los equipos en planta, por niveles.

FIGURA No. 1
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO

24

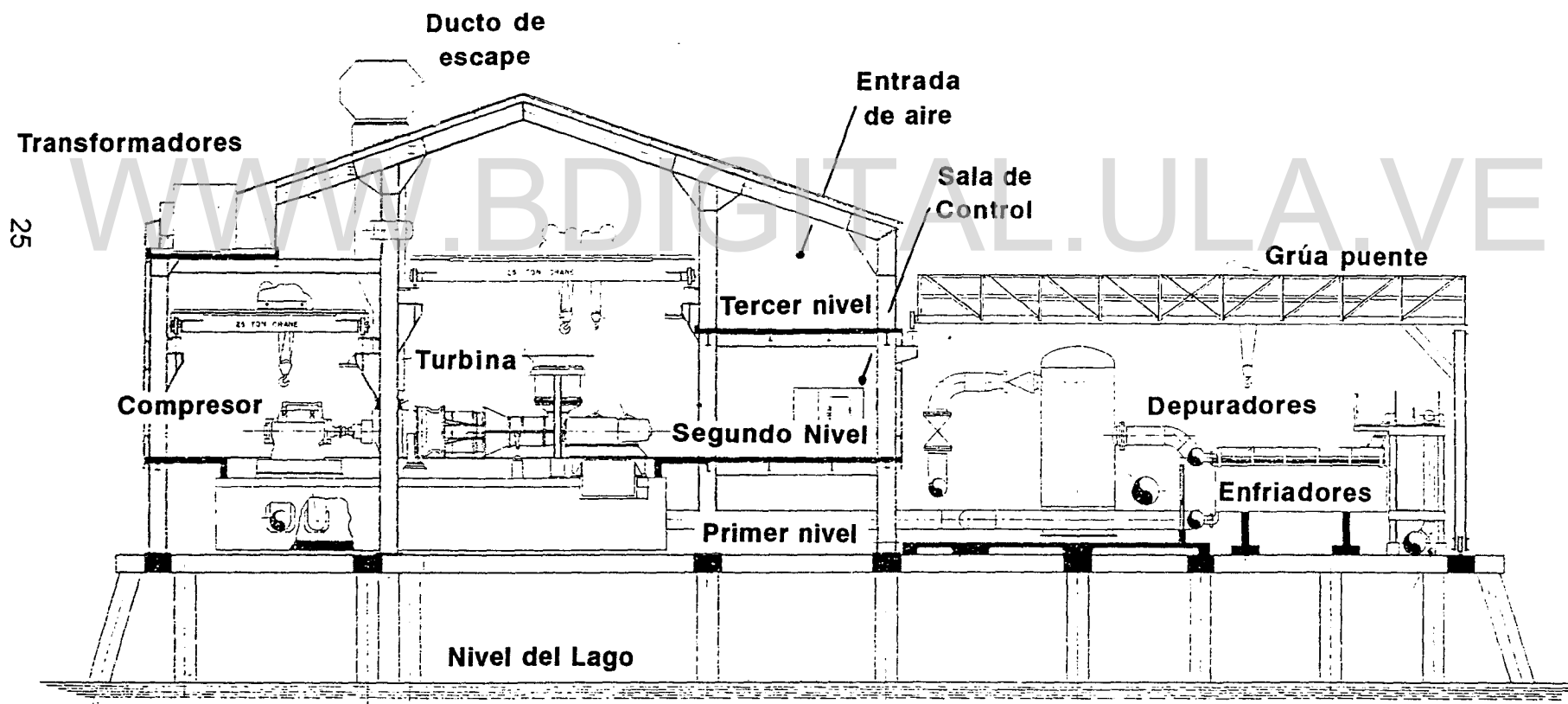


Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela

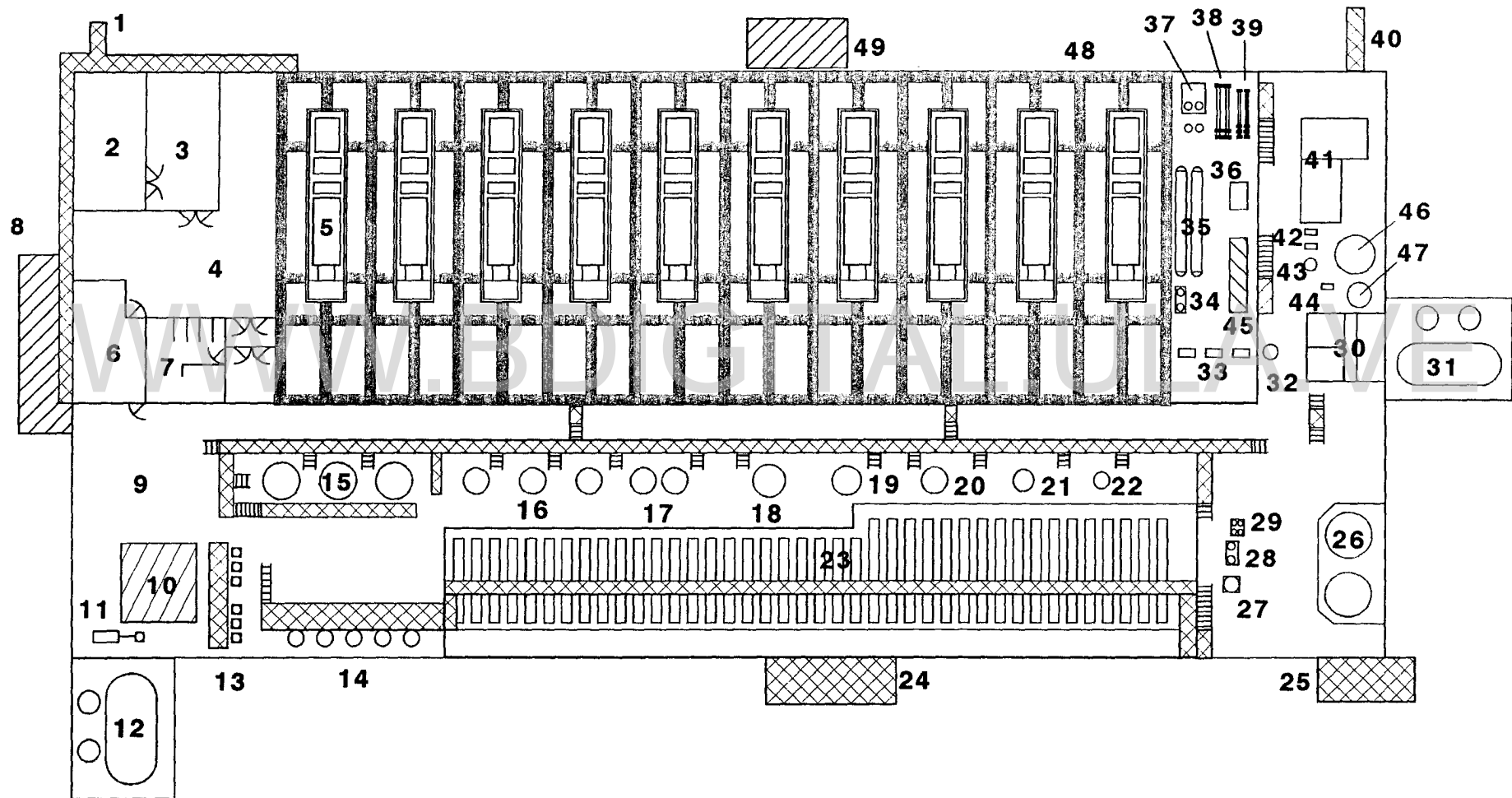
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

FIGURA No. 2
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
VISTA LATERAL DE LA PLANTA



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

FIGURA No. 3
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE EQUIPOS - PRIMER NIVEL



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla No. 1: Ubicación de equipos - primer nivel

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1	Pasillo de acceso hacia Plataforma de bombas contraincendio
2	Depósito del Taller mecánico
3	Depósito del Taller Mecánico
4	Taller Mecánico
5	Pasillos y soportes del conjunto turbina/compresor bajo sala de máquinas
6	Comedor
7	Baño de obreros
8	Plataforma de desembarco de materiales
9	Área de tránsito de materiales (enfriadores)
10	Depósito de materiales
11	Bomba contraincendio Diesel
12	Plataforma del tambor de venteo de baja presión
13	Bombas de agua de enfriamiento de los intercambiadores atmosféricos
14	Verticales de entrada de gas a la planta desde estaciones de flujo
15	Depuradores de entrada a la planta (S-0A, B y C)
16	Depuradores de primera etapa (S-1A, B y C)
17	Depuradores de segunda etapa (S-2A y B)
18	Depurador de tercera etapa (S-3)
19	Depurador de cuarta etapa (S-4)
20	Depurador de quinta etapa (S-5)
21	Depurador de sexta etapa (S-6)
22	Depurador de séptima etapa (S-7)
23	Enfriadores atmosféricos
24	Planchada de cloro
25	Plataforma "Lanzacochinos" de aceite rico/pobre
26	Torres absorbedoras
27	Bomba del sistema contraincendio
28	Bombas de aceite hidráulico
29	Filtros de aceite hidráulico
30	Sistema de aire acondicionado
31	Tambor de Venteo de alta presión
32	Tanque de agua de enfriamiento
33	Bombas de agua de enfriamiento
34	Secadores de aire de Instrumento
35	Tanques de aire

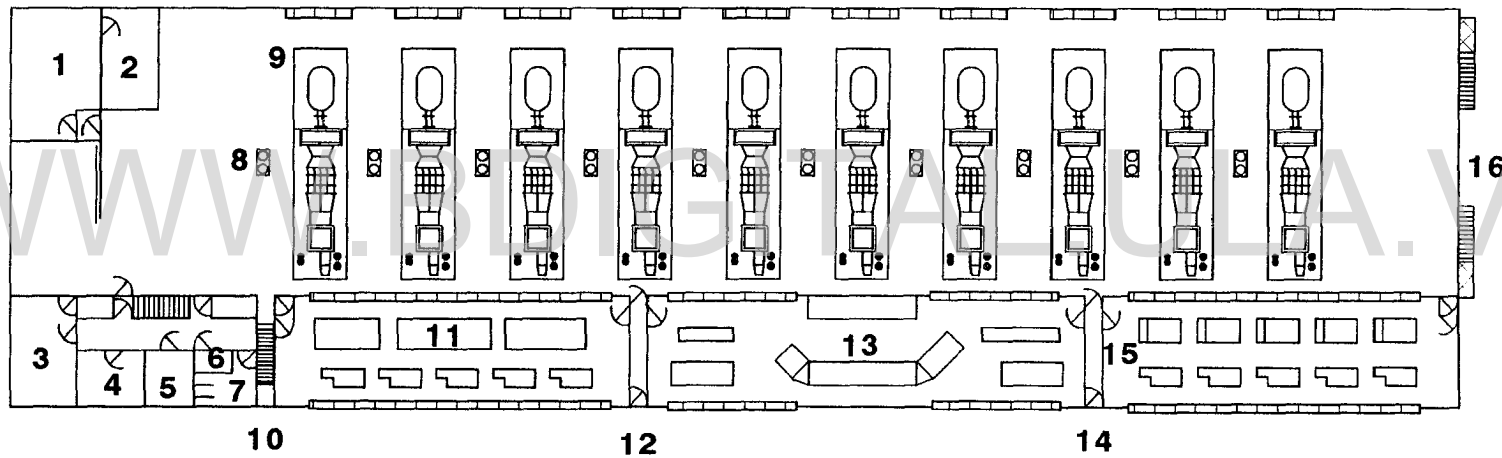
Tabla No. 1: Ubicación de equipos - primer nivel (continuación)

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
36	Compresor de aire de instrumentos
37	Tanque y bombas del sistema de aceite de sello
38	Intercambiadores del sistema de aceite de sello
39	Enfriadores de aire de instrumentos
40	Pasillo hacia Isla de Distribución
41	Compresores de aire de servicio
42	Bombas de agua dulce
43	Tanque de compensación de agua dulce
44	Bomba de trasiego de aceite lubricante
45	Estantes de almacenamiento de materiales
46	Tanque de agua dulce
47	Tanque de aceite lubricante
48	Pasillo principal y laterales bajo sala de máquinas
49	Plataforma de atraque de personal

WWW.BDIGITAL.ULA.VE



FIGURA No. 4
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE EQUIPOS - SEGUNDO NIVEL



29

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla No. 2: Ubicación de equipos - segundo nivel

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1	Taller de instrumentistas
2	Escalera de acceso al Taller de electricistas
3	Oficina de Proyectos
4	Oficina de Mecánicos
5	Depósito
6	Baño de Damas
7	Baño de Caballeros
8	Sistema de enfriamiento de Turbinas
9	Conjunto Turbina - Compresor
10	Pasillo de acceso al primer nivel
11	Sala duplex este
12	Pasillo de acceso al área de depuradores
13	Sala de control
14	Pasillo de acceso al área de depuradores
15	Sala duplex oeste
16	Escaleras de acceso al primer nivel

FIGURA No. 5
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE EQUIPOS - TERCER NIVEL

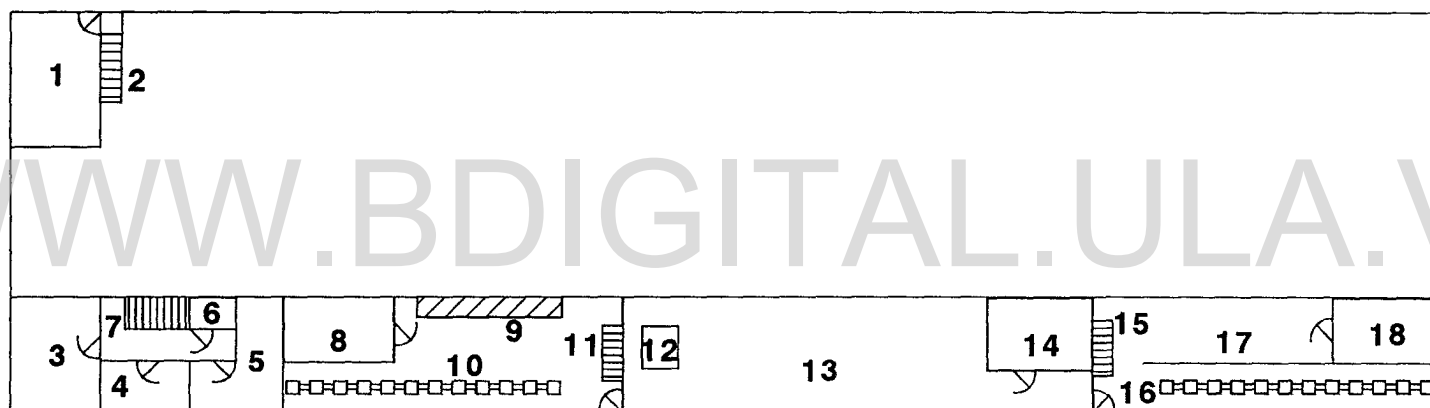
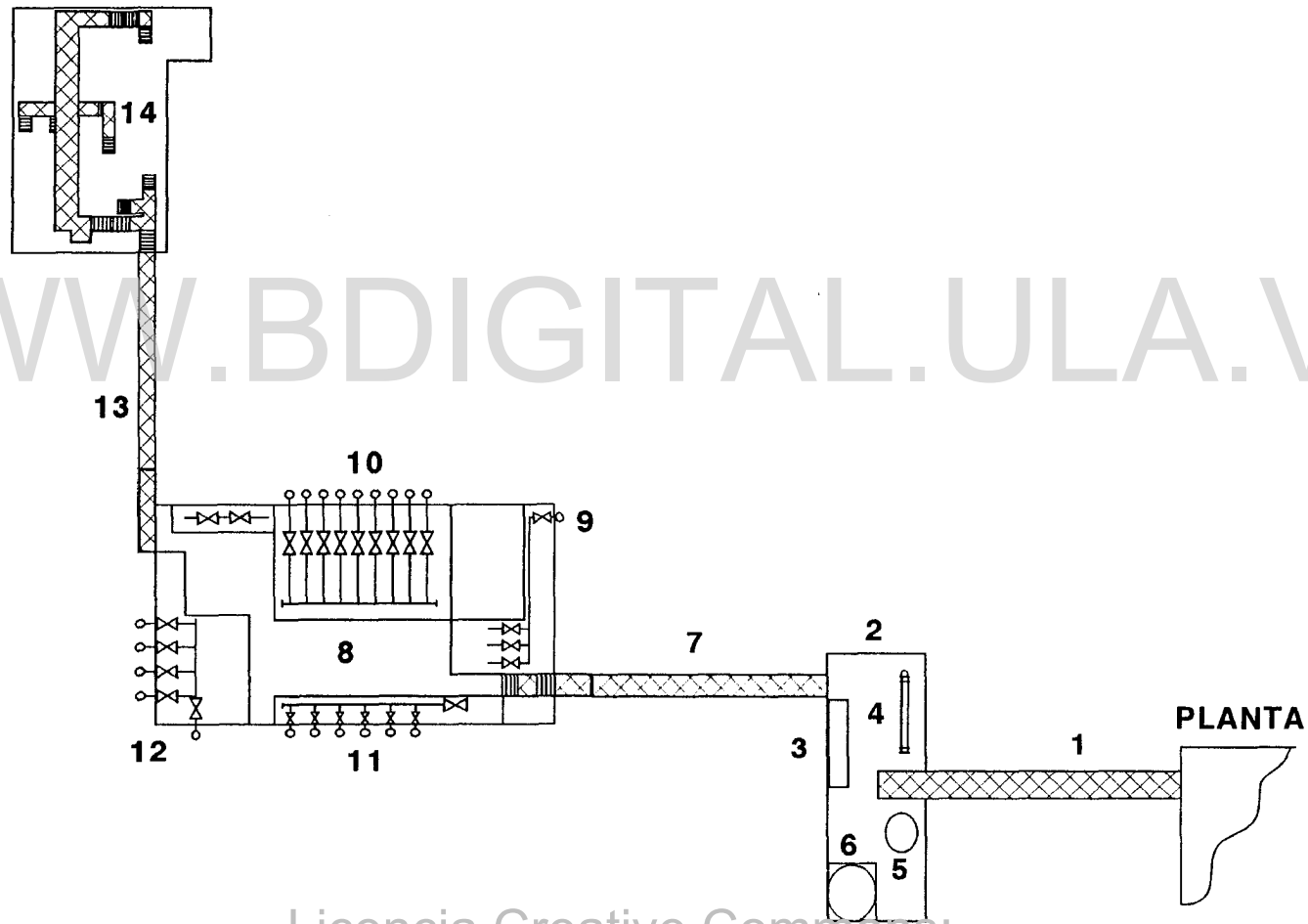


Tabla No. 3: Ubicación de equipos - tercer nivel

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1	Taller de Electricistas
2	Escalera de acceso al Taller de electricistas
3	Oficina de Supervisor de Planta
4	Oficina de Capataz Mecánico
5	Oficina de Supervisor de Mantenimiento
6	Cuarto de Telecomunicaciones
7	Escalera de acceso al tercer nivel
8	Cuarto de sopladores de Sala de Control Este
9	Estantes de materiales
10	Sala de resistores este
11	Escalera de acceso al tercer nivel
12	Sistema de aire acondicionado
13	Entrada de aire para las turbinas
14	Nuevo cuarto de baterías
15	Escalera de acceso al tercer nivel
16	Sala de resistores oeste
17	Antiguo cuarto de baterías y generador de emergencia
18	Cuarto de sopladores de Sala de Control Oeste

FIGURA No. 6
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE EQUIPOS - ISLA DE DISTRIBUCIÓN



33

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

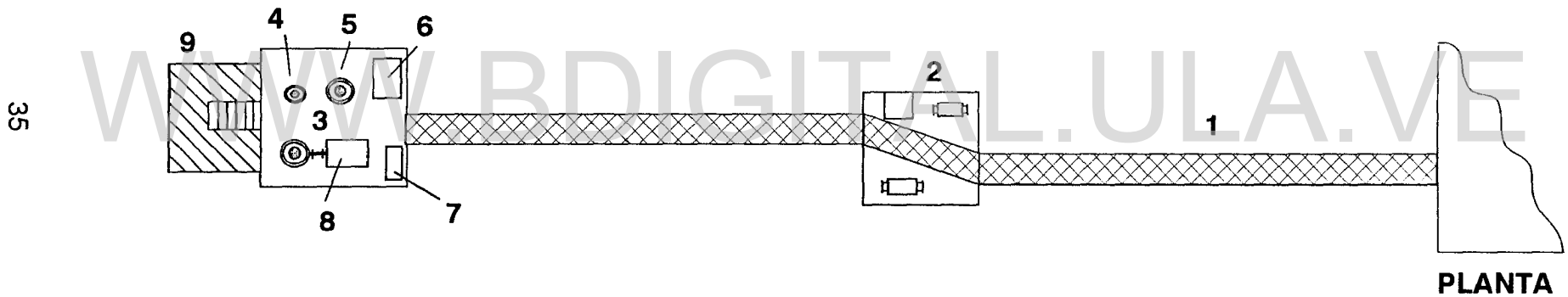
Tabla No. 4: Ubicación de equipos - Isla de Distribución

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1	Pasillo de acceso
2	Plataforma del tambor recolector de condensado de alta presión (D-1)
3	Sistema de control de presión de gas de Bachaquero a las torres absorbedoras
4	Filtro recolector de aceite del gas proveniente de las torres absorbedoras
5	Tambor de condensado de alta presión (D-1)
6	Sistema de inyección de inhibidor de corrosión (NALCO 3905) al sistema de gas de levantamiento artificial
7	Pasillo de acceso
8	Isla de Distribución
9	Línea de descarga de planta
10	Múltiple de inyección de gas a los pozos
11	Múltiple del Sistema de gas de levantamiento artificial
12	Sistema de transferencia de gas entre áreas
13	Pasillo de acceso
14	Múltiple LL-604-A (Envío de gas a AMUAY)

FIGURA No. 7

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

**UBICACIÓN DE EQUIPOS - PLATAFORMA DE BOMBAS
CONTRAINCENDIO**



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla No. 5: Ubicación de equipos - plataforma de bombas contra incendio

UBICACIÓN	IDENTIFICACIÓN
1	Pasillo de acceso
2	Plataforma de transformadores de alimentación a las bombas contra incendio
3	Plataforma de bombas contra incendio
4	Bomba Jockey
5	Bomba contra incendio eléctrica
6	Panel de bomba contra incendio eléctrica
7	Sistema de protección catódica
8	Bomba contra incendio DIESEL
9	Plataforma de atraque de lanchas contra incendio

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

2.- MARCO TEÓRICO

La complejidad de las operaciones de la Industria Petrolera, así como la gran variedad de productos químicos y elementos físicos que se manejan, los cuales varían desde dañinos, tóxicos, inflamables y explosivos, han obligado a efectuar una cuidadosa clasificación de las áreas, de acuerdo a los riesgos presentes en las mismas. Los peligros ocupacionales para la salud pueden significar condiciones que provocan enfermedades o cualquier condición de trabajo que perjudique el bienestar físico. Estos factores o estrés ambientales que pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, malestar o ineficiencia significativos de los trabajadores, pueden clasificarse como físicos, químicos, biológicos o ergonómicos.

Los peligros químicos surgen de una excesiva concentración en el aire de nieblas, vapores, gases o sólidos en forma de polvos o humos. Los agentes que incluyen niveles excesivos de radiaciones electromagnéticas e ionizantes, ruido, vibración, calor y presiones extremas son denominados peligros físicos. Dentro de los riesgos biológicos se incluyen los insectos, hongos, mohos y contaminación bacteriana de ítems sanitarios, tales como duchas y lavamanos entre otros, y domésticos como el agua potable, eliminación de residuos industriales y aguas servidas, manejo de alimentos e higiene personal.

La exposición a muchos de estos riesgos puede producir una respuesta inmediata a la intensidad del mismo; o la respuesta puede aparecer debida a una exposición menos intensa y mas prolongada. En circunstancias normales, un trabajador raramente está expuesto a un único riesgo, sino a una interrelación compleja de riesgos múltiples.

En este capítulo se describirán ciertas definiciones, características y normativas relacionadas con los riesgos a ser evaluados en la PCTJ-1. Los mismos comprenden ruido, estrés calórico, iluminación, vibración radiaciones ionizantes y no ionizantes, manejo de productos químicos y riesgos biológicos.

2.1.- RUIDO

El ruido es un riesgo permanente para la salud de los trabajadores y es considerado como un sonido no deseado que interfiere con la percepción del sonido deseado, o impide la realización perfecta de alguna actividad humana y que bajo ciertas condiciones puede ser fisiológicamente dañino. El término sonido puede definirse como cualquier variación en la presión del aire, agua o cualquier otro medio que el oído humano pueda detectar.

El número de variaciones de la presión por segundo se denomina frecuencia y se mide en ciclos por segundo o hertz (Hz). Para que las variaciones de la presión puedan producir sensación auditiva tienen que estar comprendidas entre los 20 y 20000 Hz.

2.1.1.- TIPOS DE RUIDO

La clasificación de los diferentes tipos de ruido según la Norma Venezolana COVENIN 1671, es la siguiente :

Ruido continuo constante (estable): Es aquel cuyo nivel es prácticamente constante durante todo el período de medición y las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB.

Ruido continuo fluctuante: Es detectado en forma casi constante durante el período de medición, pero presenta diferencias mayores a 6 dB entre los valores máximos y mínimos alcanzados.

Ruido intermitente: Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.

Ruido impulsivo o de impacto: Son de corta duración (menor de 1 segundo), con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

segundo; tienen diferencias por encima de 35 dB entre los valores máximo y mínimo alcanzados.

2.1.2.- MAGNITUDES Y UNIDADES

Presión Sonora: Es la diferencia entre la presión atmosférica y la presión real, durante la compresión que resulta de la onda sonora. La unidad que se utiliza comúnmente es el Pascal.

$$1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Nw/m}^2 = 10 \text{ } \mu\text{Bar} = 10 \text{ Dina/cm}^2$$

Decibel: Es una unidad adimensional que se expresa como el logaritmo del cociente de la presión sonora entre la presión de referencia. La presión sonora en decibeles (dB), viene dada por la expresión

$$\text{Nivel de Presión (dB)} = 20 \text{ Log} \frac{\text{Presión Acústica existente}}{\text{Presión Acústica de referencia}} = 10 \text{ Lg} \frac{P^2_{\text{ex}}}{P^2_{\text{ref}}}$$

La presión acústica de referencia correspondiente al umbral de percepción es de 20 Nw / m².

Frecuencias y anchos de bandas normalizados : Las mediciones acústicas también se realizan a determinadas frecuencias, de acuerdo con las normas correspondientes. Estas frecuencias se establecen con base en la frecuencia de 1 Khz. Se han establecido tres series de frecuencias denominadas octavas (1/1), medias octavas (1/2) y tercios de octava (1/3) de banda. Todas estas series se obtienen de la frecuencia base mediante las relaciones que se detallan en la tabla No. 6, donde f1 y f2 son dos frecuencias consecutivas.

Tabla No. 6. Relaciones de frecuencias

Denominación	f2/f1
octava	2
1/2 octava	1,41
1/3 octava	1,25

Intensidad sonora : Es la energía que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación de las ondas, se mide en watt/m².

Nivel de potencia acústica (Lw) : Es la energía total por unidad de tiempo que produce un foco de ruido, siendo independiente de las características del medio ambiente o de la distancia al foco de ruido. El nivel de potencia acústica se calcula mediante la expresión :

$$Lw = 10 \text{ Log} \frac{W}{W0}$$

donde :

W = Potencia acústica considerada en watos

W0 = Potencia acústica de referencia, establecida en 10⁻¹² watos.

2.1.3.- EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

El oído es más sensible a los cambios de presión provocados por los sonidos transmitidos por el aire. La exposición por poco tiempo a niveles altos de ruido produce daño a las estructuras del oído externo y medio y los ruidos bruscos o explosivos pueden provocar la ruptura del tímpano y dislocar la cadena de huesecillos en algunos casos. Si la exposición del oído a niveles altos de ruido es continua durante el período

de trabajo, se produce una pérdida parcial o total de la audición (sordera temporal o permanente), que incluye lesión del oído interno. Este efecto suele presentarse lentamente y su severidad o gravedad depende de la intensidad, frecuencia y duración de la exposición al ruido, produciéndose en algunos casos dolores de cabeza.

Los estudios realizados sobre ruido industrial han puesto de manifiesto la presencia de un mayor grado de nerviosidad y/o agresividad en los trabajadores expuestos a niveles excesivos de ruido. También se han determinado trastornos en la memoria, atención, reflejos, e incluso una lentitud de las facultades intelectuales de los trabajadores expuestos al ruido por largos periodos de tiempo. Además, la alteración nerviosa producida puede reflejarse en el aparato digestivo provocando ardor, dislepsias, fatiga y otros malestares.

Existen muchos factores que influyen en la pérdida o disminución de la capacidad auditiva, entre estos se encuentran: intensidad del ruido, período de exposición, duración total del trabajo, susceptibilidad individual, edad del trabajador, coexistencia de pérdida auditiva y enfermedad del oído, características del ambiente, distancia de la fuente emisora del ruido y posición del oído con respecto a las ondas sonoras.

2.1.4.- EQUIPO DE MEDICIÓN

El modelo analizador y medidor de ruido 1982 (ver fotografía B.2.1 en el anexo B.2) es un aparato que brinda versatilidad, fácil operación, facilidad de lectura en dos versiones (digital y analógica), permite realizar análisis en octavas de banda y medición de impactos y/o impulsos.

Especificaciones :

- 1. Rango de medición :** De 30 A 130 dBA, pudiendo llegar hasta 140 dBA con la adición al equipo de un micrófono atenuador y un detector de impulsos.
- 2. Frecuencia de respuesta :** El aparato consta de 4 filtros de ponderación A, B, C y flat (sin filtro). La posición "A" es la que más se asemeja al aparato auditivo humano. Los niveles de atenuación van desde bajos (A) hasta altos niveles de presión sonora (>120 dBA). El rango en la escala de ponderación flat es de +0,5 a -3 dBA, de 10 Hz a 20 Khz, mientras que en las escalas A, B y C trabajan en los rangos de 31,5 Hz a 16 Khz.
- 3. Características de detección :** El aparato tiene cuatro modos de detección, rápida, lenta, impulso y pico absoluto (<50 μ seg.), contiene detección de precisión rms para señales con factor de cresta tan grande como el rango de 20 a 120 dBA. También contiene una señal de alarma para medidas fuera de rango.
- 4. Estándares aplicables :** ANSI S1.4-1971 para los aparatos de precisión tipo 1. La frecuencia media de cualquier banda de octava (en función de las frecuencias límites de su banda) es igual a la media geométrica de dichos límites de cada octava o tercio de octava.
- 5. Despliegue de información :**
 - Analógica : Pantalla de 3 pulgadas con escala de medida hasta 1 dBA y cuatro rangos : (30 - 80), (50 - 100), (70 - 120) dBA.
 - Digital : Hasta 4 dígitos en una pantalla de indicadores LED con resolución de 0,1 dBA para cualquier rango. En esta forma existen tres modos de hacer el despliegue :
 - apagado : para mínima pérdida de carga en la batería (usando el analógico)
 - continua : para medición continua

Licencia Creative Commons:

42

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

- máxima: para medición fija de valor (es) altos, el botón de fijación (capture) borra el valor fijado.

6. Micrófono : Tipo electret - condensador de ½ pulgada, básicamente ofrece una banda de respuesta en frecuencia plana o perpendicular. Está montado sobre un amplificador al que le entrega una señal eléctrica dentro del instrumento. Puede ser extendido con cables del tipo 1933, 0220-9601; la impedancia de entrada es de $2\text{ G}\Omega // < 3\text{ pF}$.

7. Conexiones de salida :

Con corriente alterna : 0,4 V rms nominal a $5\text{ K}\Omega$, correspondiente a deflexión a full escala.

Con corriente continua : 3 V a $30\text{ K}\Omega$ correspondiente a deflexión a full escala.

La salida del equipo es lineal en dBA a 60 mv/dBA por encima del rango de 70 dBA.

Los equipos utilizados suelen ser grabadores, osciloscopios, etc.

8. Calibración : Usar los calibradores GR 1562-A ó 1567 Sound level, también se puede utilizar los tipos GR 1986 ó 1987. Básicamente el procedimiento consiste en colocar el patrón a una frecuencia determinada (1000 Hz) y acoplándolo al sonómetro este medirá los decibeles en un rango establecido (para este valor debe indicar 114 dBA +/- 0,5 dBA).

9. Ambiente de uso :

Durante operación (-10 a 50) °C

Sin baterías (- 40 a 60) °C

Cargando baterías (15 a 50) °C

Humedad (0 - 90) %

10. Fuente de poder : Baterías tipo AA (3 en total) de núcleo níquel-cadmio recargables; duran de 3 a 4,5 hrs. dependiendo del uso de la pantalla digital.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Pueden recargarse con una fuente de 115/220 V a (50 - 60) Hz durante 4 horas; también puede usar baterías alcalinas.

11. Operación : el procedimiento de uso del equipo, recomendado por el fabricante es el siguiente :

- Seleccionar el interruptor del nivel de atenuación (filtros) A,B,C ó flat (lineal).
- Colocar el interruptor de octava en la posición WTG, donde detectará el sonido en todas sus frecuencias.
- Seleccionar la velocidad de respuesta ó detección : FAST (rápida), IMP (impulsos), PEAK (pico) o SLOW (lenta). Cuando se utilice el modo IMP o PEAK la lectura puede ser borrada presionando el botón CAPTURE.
- Ajustar el rango para una escala definida leyendo la pantalla digital. En caso de estar presentes medidas sobre el rango (OVERLOAD) según la lámpara, debe ajustarse el rango.

2.1.5.- NORMATIVA APLICABLE

La **Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo** establece que toda empresa debe garantizar a todos los trabajadores (permanentes y ocasionales), un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales.

La **Norma venezolana COVENIN 1565 : “Ruido Ocupacional”**, establece los niveles de exposición a ruido durante las jornadas de trabajo: La exposición ocupacional a ruido continuo no debe exceder los límites estipulados en la tabla No. 7 y las recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajos típicos se encuentran en la tabla No. 8. Los casos en que se exceda el nivel preventivo de 85 dBA de ruido continuo para jornadas de ocho horas, la empresa debe implantar un programa de conservación auditiva.

Tabla No. 7. Tiempos de exposición ocupacional permisibles para ruidos continuos o intermitentes

Nivel de ruido dBA	Exposición permitida (hr)
85	8
90	4
95	2
100	1
105	1/2
110	1/4
115	1/8

Tabla No. 8. Recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajo típicos.

Locales Típicos	Nivel de Ruido en dBA
Oficinas privadas, semiprivadas, oficinas de ingeniería	entre 50 y 55
Lugares de trabajo donde se requiera comunicación telefónica, diferente a la anterior	entre 65 y 70

La Norma Venezolana COVENIN 1671-88 : “Fuentes estacionarias. Determinación del ruido”, establece las siguientes condiciones para realizar las mediciones de ruido :

- No deben existir obstáculos cerca o alrededor del área del micrófono que puedan influir en el resultado de la medición.
- Colocar un protector de viento si éste causa interferencia en el micrófono.
- Suspender la medición si el viento causa ruido perceptible en el ambiente o si esta lloviendo.
- Identificar las fuentes y características del ruido.

Procedimiento de medición :

- Verificar el cumplimiento de las condiciones acordes para la medición.
- Verificar que las baterías del sonómetro y del calibrador estén en condiciones adecuadas de uso.
- Poner en funcionamiento el sonómetro y esperar que se estabilice el indicador.
- Calibrar el sonómetro siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante.
- Seleccionar la escala de ponderación y el selector de respuesta según el tipo de ruido a medir.
- Colocar el sonómetro a una altura de 1,2 a 1,5 m sobre el nivel del suelo y mantenerlo a una distancia nominal de 30 cm del operador para reducir el efecto de las reflexiones de su cuerpo. Si el ruido proviene de una fuente específica, se coloca el micrófono en forma unidireccional para mediciones en campo libre, dirigido perpendicularmente a la dirección en que se ubica la fuente.

Para ruido constante o fluctuante, los resultados de las mediciones deben contener :

- Clasificación del ruido según esta norma.
- Características de operación de la fuente de ruido observada.
- Tipos de fuente de ruido.
- Descripción de los materiales usados en las construcciones y dimensiones de éstas.
- Fecha, hora y lugar de las mediciones.
- Ubicación espacial y direccional de los puntos de medición respecto al lugar.
- Registros de datos de las mediciones y cálculos de los niveles de ruido de interés.

2.2.- ESTRÉS CALÓRICO

Los temas de ambientes térmicos, calor y frío, tienen una especificidad propia en el campo de la Higiene Industrial, debido a una serie de factores entre los que destacan la asociación del calor y del frío como agentes susceptibles de provocar riesgos profesionales, con los problemas de confort térmico, lo que lleva en ocasiones, a cierta confusión sobre lo que se pretende evaluar, si es el confort o un riesgo profesional, aunque es evidente que cuando se da el segundo va acompañado por el primero, pero no necesariamente lo contrario. Normalmente, los problemas causados por la exposición a altas temperaturas son mas comunes que los causados por un ambiente frío.

Otro de los aspectos son los efectos derivados de la exposición a temperaturas elevadas, ya que los síndromes que produce son reversibles y pueden aparecer y desaparecer en espacios cortos de tiempo.

Existen dos fuentes de calor que son importantes para cualquier persona que trabaje en un ambiente caliente: el calor interno generado metabólicamente, que es un subproducto de los procesos químicos que se producen en el interior de las células, tejidos y órganos; y el calor externo impuesto por el ambiente, el cual influye sobre la velocidad de intercambio calórico del cuerpo con el ambiente y en consecuencia con la facilidad con que el cuerpo puede regular y mantener una temperatura normal.

El calor se transfiere desde los puntos de mayor temperatura hacia aquellos en los que es inferior. Cuando la transferencia de calor se realiza a través de sólidos o fluidos que no están en movimiento, el proceso recibe el nombre de conducción, y cuando ocurre a través de fluidos en movimiento, el de convección. El calor puede ser también transferido de un cuerpo a otro sin soporte material alguno, por el proceso denominado radiación. Una cuarta vía es cuando se pierde calor por evaporación o se gana por

condensación, es decir, calor latente, diferenciándose del que se transmite a través de cambios de temperatura y es llamado calor sensible.

Definición: El estrés calórico es la suma de factores del ambiente y del trabajo físico que constituye la carga calórica total impuesta a un organismo. Los factores ambientales son la temperatura del aire, el movimiento del aire, el intercambio de calor radiante y la presión de vapor de agua. El trabajo físico contribuye al estrés calórico total de la tarea al producirse calor metabólico en forma proporcional a la intensidad del trabajo.

2.2.1.- EFECTOS DEL CALOR

El hombre manifiesta una serie de respuestas fisiológicas ante el estrés calórico al cual está expuesto, lo cual le produce una sensación de incomodidad o angustia que finalmente puede conducir a una enfermedad calórica, producto de la sobrecarga en la capacidad del sistema orgánico de termoregulación. Entre los trastornos asociados al estrés se encuentran :

- Trastornos sistemáticos : calambres por calor (espasmos dolorosos intermitentes en los músculos luego de un trabajo físico fuerte), agotamiento por calor (deficiencia circulatoria, deshidratación, sudoración profusa, debilidad, pulso rápido, mareos, náuseas y dolor de cabeza. Pueden producirse vómitos e inconsciencia), golpe de calor (la piel está caliente, seca y enrojecida, si no se controla puede llevar a un estado de delirio, convulsiones y coma y aún provocar la muerte).
- Trastornos en la piel : erupciones y quemaduras.
- Trastornos psiconeuróticos.

2.2.2.- EQUIPO DE MEDICIÓN

El analizador de datos climáticos "Anadata microclima" (ver fotografía B.2.2 en el anexo B.2) es una pequeña central de microprocesador que, junto con un grupo de sensores, mide las magnitudes térmicas ambientales y calcula en tiempo real los índices térmicos asociados. Las principales características se indican a continuación:

Tabla No. 9. Especificaciones del equipo Anadata microclima

Dimensiones	300 x 140 x 360 mm
Peso	10 Kg.
Realización	Batería interna recargable/red (220 VCA) con conmutación automática
Duración de la batería	12 horas; con control automático de las restantes horas de duración
Entradas	4 para sondas LSI: (IG-1/B sonda psicométrica, IG-32/B sonda globotermométrica, TM-10 o TM-20/B sonda termométrica, AN-1 sonda anemométrica); 1 para una magnitud suplemental (0-20 mV)
Tolerancias	Ignorables con respecto a aquellas de los sensores
Límites ambientales	5 - 45 °C ; 0 - 95% rel
Impresora	Térmica de 20 columnas con papel termosensible
Visualizadores	Display para el plazo de detección, de 4 cifras altas 7 mm-testigo diagnóstico-testigo de identificación-testigo de impresión-testigo de muestreo anemométrico-testigo de muestreo termométrico

Todo el sistema está constituido por el elaborador, las sondas y los caballetes de soporte y está contenido en una maleta con un peso de 20 Kg., dotada de ruedas para facilitar su transporte.

Descripción de los elementos en el frente del panel (ver fotografía B.2.2 en el anexo B.2): El panel está subdividido en tres sectores: el de la derecha contiene las entradas de las sondas; el central la impresora y la pantalla para la visualización de la duración de la detección; el de la izquierda las teclas de mando.

Descripción de las sondas:

- **IG-1/B Sonda psicométrica de ventilación forzada** : Constituida por dos sensores de temperatura con termistores, uno desnudo, para la medición de la temperatura del aire T_a y el otro, revestido por una muselina humedecida con agua destilada, para la medición de la temperatura de bulbo húmedo con ventilación forzada T_v . Campo de medición : $0^\circ - 80^\circ \text{C}$. Tiempo para la respuesta en régimen : 1,5 min.
- **IG-32/B Sonda globotermométrica** : constituida por un globo de Vernon con agitador interno y sensor con termistor situado al centro de la esfera, para la medición de la temperatura de globo T_g , y por un sensor de termistor recubierto por una muselina humedecida para la medición de la temperatura del bulbo húmedo ventilado naturalmente T_{hn} . Campo de medición : $-10^\circ - +100^\circ \text{C}$. tiempo para la respuesta en régimen : 7 min. (con agitador interno en función).
- **AN-1 Sonda anemométrica**: Para la medición de la velocidad del aire v .
- **TM-10/B Sonda para detecciones aerotérmicas** : Constituida por un sensor de temperatura con termistor para la medición de la temperatura del aire T_a . Campo de medición : $-10^\circ - +120^\circ \text{C}$. Tiempo para la puesta en régimen : 20 seg.

- **TM-20/B Sonda termométrica para detecciones por contacto** : constituida por un sensor de temperatura con termistor que debe ser colocado en contacto con la superficie de la que se quiere conocer la temperatura (p.e.; superficies radiadoras, paredes, etc.). Campo de medición : -10° - +120 . Tiempo para la puesta en régimen: 20 seg.

Para que la detección sea correcta, el ciclo de medición deberá de empezar únicamente cuando todas las sondas hayan alcanzado el nivel de régimen.

2.2.3.- NORMATIVA APLICABLE

Norma Venezolana COVENIN 2254-90 : “Calor y frío. Límites permisibles”.

Objeto : Esta norma establece los límites máximos permisibles a las exposiciones al calor y al frío en los lugares de trabajo y el método para la evaluación del calor en el lugar de trabajo, bajo condiciones ambientales homogéneas, heterogéneas o variables mediante el índice TGBH (temperatura de globo y de bulbo húmedo). La misma se aplica para la evaluación del efecto del calor sobre la persona expuesta durante un período representativo de su actividad.

Adicionalmente, y a manera de referencia, se incluye en el análisis de los resultados (sección 3.2.2) el criterio establecido por la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) en 1986 sobre exposiciones ocupacionales a ambientes calientes, además de las orientaciones dadas por la fundación MAPFRE, la cual relaciona el tiempo de tolerancia en función de la humedad.

Cálculo del Índice de Temperatura

El valor umbral límite (TLV, Threshold Limit Value) para estrés calórico combina tres parámetros básicos: las demandas metabólicas de las tareas, un índice de la severidad del ambiente (TGBH) y el porcentaje de tiempo que puede permitirse a una persona

para que realice esa tarea. La filosofía que se aplica en el TLV es que el estrés ambiental no puede producir un aumento de la temperatura central del cuerpo (mayor a 38 °C), que supere a la que provoca el trabajo por si mismo.

El índice TGBH consiste en la ponderación fraccionada de las temperaturas húmedas, de globo y a veces temperaturas secas. Las principales fórmulas que se definen son:

- Interiores o exteriores sin exposición directa a la energía solar :

$$TGBH = 0,7 T_{hn} + 0,3 T_g$$

- Exterior de edificaciones con exposición directa a la energía solar :

$$TGBH = 0,7 T_{hn} + 0,2 T_g + 0,1 T_a$$

en donde :

TGBH : Índice de la temperatura de globo y de bulbo húmedo (°C)

T_{hn} : Temperatura de bulbo húmedo natural (°C)

T_g : Temperatura de globo (°C)

T_a : Temperatura de bulbo seco (°C)

Solo para efectos del presente trabajo, se ha definido el índice TGBH para áreas interiores o exteriores sin exposición directa al sol como TGBH1, y el índice para exposición directa al sol como TGBH2.

Estas temperaturas TGBH, halladas para unas condiciones, se comparan con la temperatura TGBH máxima admisible para unas condiciones de trabajo dadas (que vienen determinadas por el metabolismo total), fijadas en la gráfica A.3.1 y la tabla 11. De la relación entre la carga térmica soportada en TGBH y la carga máxima que puede soportarse para el trabajo se obtiene el índice de estrés térmico.

Tabla No. 10. Valores de las temperaturas TGBH admisibles en °C

Régimen de trabajo-descanso	CARGA DE TRABAJO		
	Ligero	Moderado	Pesado
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso (cada hora)	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso (cada hora)	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso (cada hora)	32,2	31,1	30,0

La norma COVENIN 2254-90 establece algunos ejemplos para la orientación sobre la clasificación de los niveles del calor metabólico, dependiendo del tipo de actividad. Estos ejemplos se indican en la tabla No. 11.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tabla No. 11. Calor metabólico generado de acuerdo al tipo de actividad realizada.

CATEGORÍA	CALOR METABÓLICO (Kcal/h)	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Descansando	< 100	Sueño. Sentado tranquilo
Trabajo liviano	100 a 200	Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir a mano o a máquina, dibujar, coser); trabajar con el brazo y la mano (herramientas pequeñas, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajar con el brazo y la pierna (manejar un vehículo en circunstancias normales, operar un suiche de pie o un pedal). Parado: taladrar o fresar (piezas pequeñas); bobinar, fresar con herramientas de baja potencia; caminar tranquilamente (velocidad máxima de 3.5 Km/h)
Trabajo moderado	200 a 300	Trabajo continuo con el brazo y la mano (martillando clavos, limando); trabajo de brazo y pierna (operar un autocamión fuera del camino, tractores o equipos de construcción); trabajo de torso y brazo (trabajo con un martillo neumático, tractores, enyesar, manejo intermitente de material relativamente pesado, desmalezar, limpiar con azadón, recoger frutas o vegetales); empujar o halar carretillas livianas; caminar a una velocidad entre 3.5 y 5.5 Km/h; fraguar.
Trabajo pesado	300 a 400	Trabajo intenso de torso y brazo: cargar material pesado, palear, trabajar con una mandarina, serruchar, cepillar o cincelar madera; segar a mano; cavar; caminar a una velocidad de 5.5 a 7 Km/h. Empujar o halar carretillas con cargas muy pesadas; cincelar piezas fundidas; colocar ladrillos de concreto.
Trabajo muy pesado	> 400	Actividad muy intensa a un ritmo rápido o máximo: trabajar con un hacha, palear o cavar con fuerza; subir escaleras o rampas, caminar con pasos cortos, correr; caminar a una velocidad mayor de 7 Km/h.

2.3.- VIBRACIÓN

Se dice que un cuerpo está en vibración cuando está animado de un movimiento oscilatorio alrededor de una posición de referencia. La norma COVENIN 2255-91 (Vibración ocupacional) la define como el movimiento de partículas en un medio elástico con respecto a una posición de equilibrio. Cualquiera de las dos definiciones da a entender que es el movimiento relativo de un elemento respecto a una posición de reposo, el cual puede ser caracterizado por una amplitud del movimiento, o distancia recorrida por el elemento, y por una frecuencia o número de veces que completa un ciclo completo de movimiento.

De acuerdo a la dirección de la vibración, ésta se puede clasificar como:

- **Vibración vertical:** transmitida al hombre en el eje longitudinal (A_z), refiriéndose a la posición sentado o parado, y podría ir de los glúteos a la cabeza o de los pies a la cabeza.
- **Vibración transversal:** transmitida en el eje A_x denominada "anteroposterior" y que va desde el pecho a la espalda y viceversa, o en el eje A_y que es lateral de derecha a izquierda y viceversa, ambos perpendiculares al eje longitudinal.

De acuerdo a la forma como se transmite la vibración al cuerpo, se puede clasificar en:

- **Vibración transmitida al cuerpo entero:** es aquella donde la masa total del cuerpo está sujeta a la vibración mecánica a través de una superficie soporte.
- **Vibración segmental:** es la transmitida solo a una parte del cuerpo que está en contacto directo con el medio vibrante, y el resto del cuerpo descansa sobre una superficie estacionaria.

2.3.1.- EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO

A la hora de caracterizar una vibración, desde la perspectiva de la Higiene Industrial, se encuentran variaciones de criterio entre los distintos autores en lo que respecta a las frecuencias a ser estudiadas, llegando incluso hasta el orden de los 500 Hz.

En un gran número de ocupaciones la exposición a la vibración es extensa, causando trastornos específicos los cuales afectan el sistema nervioso, los órganos de los sentidos, el sistema cardiovascular y el sistema osteo-articular; efectos que pueden agruparse bajo el nombre de "enfermedad por vibración". Las vibraciones causan varios cambios no especificados en los mecanismos reguladores neuro-hormonales, en los procesos metabólicos, en los procesos oxidativos y en la reproducción; y se puede esperar también que predispongan al deterioro del estado de salud y al desarrollo de otras enfermedades como asteroesclerosis, hipertensión arterial, enfermedad cardíaca coronaria y modificaciones ósteo-artríticas.

Los efectos principales que producen las vibraciones en el hombre son de tipo mecánico, ya que la vibración genera en el cuerpo un desplazamiento relativo; dependiendo de la frecuencia y de la energía con que se produce, la vibración puede generar en casos extremos desgarramientos entre ligamentos y órganos debidos al diferente efecto del fenómeno sobre cada uno.

En estudios realizados para medir el comportamiento del cuerpo humano ante una vibración controlada, se derivaron las siguientes conclusiones:

1. El cuerpo se comporta como rígido hasta la frecuencia de 3 Hz.
2. En cabeza, hombros y cadera aparecen resonancias entre los 3 y los 6 Hz.
3. La cabeza y los hombros son los mas resonantes entre los 20 y los 30 Hz.

Los trastornos que generan las vibraciones difieren según la forma como éstas se producen, la frecuencia, la parte del cuerpo a través de la que se transmite o la

herramienta u objeto foco de generación. Tomando en cuenta solo la frecuencia de la vibración, algunos autores han clasificado sus efectos como sigue:

- **Frecuencias inferiores a 2 Hz:** las vibraciones a baja frecuencia producen molestias que se manifiestan en el sistema nervioso central y se deben a la estimulación coclear. Estos efectos pueden variar desde el simple mareo hasta provocar náuseas y vómitos. Los síntomas suelen desaparecer al cesar la vibración.
- **Frecuencias entre 2 y 20 Hz:** se observa respiración forzada con aumento del consumo de oxígeno, variación del ritmo cerebral, dificultades de equilibrio, trastornos visuales y variaciones en el comportamiento.
- **Frecuencias superiores a 20 Hz:** en el caso de altas frecuencias suelen aparecer lesiones osteoarticulares y trastornos vasomotores (en las manos es conocido como el síndrome de Raynaud)

Se puede decir que las exposiciones a vibraciones en general producen, en primer lugar, lesiones del sistema nervioso de las extremidades inferiores. Otros efectos de posible presentación son polineuritis con angioespasmo, nistagmus, vértigo, convulsiones y abstenia.

2.3.2.- EQUIPO DE MEDICIÓN

La medición de la vibración puede realizarse con un instrumento de medición de lectura directa, con rango de medición desde 0.1 Hz., o con un instrumento de medición de lectura indirecta, es decir, no mide directamente la vibración sino un parámetro relacionado (ruido generalmente), mediante la adición de algunos accesorios.

En nuestro caso, el instrumento de medición será de lectura directa y a continuación se describe su funcionamiento.

Medidor de respuesta humana ante vibración

El medidor de respuesta humana ante vibración marca Brüel & Kjaer tipo 2512 (ver fotografía B.2.3 del anexo B.2), es un instrumento portátil, operado a baterías, fácilmente operable, especificado para la evaluación de vibración mano-brazo y de cuerpo entero en función de la incomodidad o daño al cuerpo humano. El instrumento está adaptado a criterios normativos internacionales y cubre tres categorías de medición:

- Vibración de cuerpo completo a “altas” frecuencias
- Vibración de extremidades superiores (mano-brazo) o segmental
- Vibración de cuerpo completo a “bajas” frecuencias

Las normas y recomendaciones definen límites de frecuencia dependiendo de la amplitud de la vibración, para varios períodos de exposición y para varios grados de incomodidad o peligro. Debido a que los límites son dependientes tanto de la frecuencia como del tiempo, ambos factores necesitan ser incluidos en cualquier cálculo para obtener el grado de incomodidad o peligro. El medidor de vibración está equipado con filtros apropiados y funciones de ponderación de tiempo para determinar el grado de severidad del movimiento mediante la realización de medidas puntuales.

Los valores medidos son procesados y presentados en tres modalidades diferentes:

1. **Exposición equivalente:** en este modo el instrumento calcula la dosis acumulada de vibración expresada como porcentaje de la dosis permitida de vibración para el tiempo medido. El cálculo se realiza de acuerdo con el método de cálculo descrito por la norma de vibración de cuerpo completo ISO 2631. La señal de vibración filtrada es primero rectificadora por un detector logarítmico RMS, el cual es activado cada dos segundos. El nivel RMS medido cada dos segundos ($t = 2$ seg.) es comparado con la relación nivel de vibración vs. tiempo de exposición permisible, especificado por el documento que define el criterio seleccionado de vibración

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

humana, incorporada al programa del instrumento. El programa provee el tiempo de exposición permisible para cada nivel RMS (τ_i), medido cada dos segundos, y realiza la suma de cada una de estas relaciones, multiplicándola finalmente por 100 :

$$\sum \frac{t_i}{\tau_i} \times 100\%$$

Este valor es definido como la exposición equivalente y por definición debe ser menor a 100% para estar bajo el límite de exposición permisible. En caso de sobrepasar el 100%, el instrumento activará una indicación en el panel.

2. **Nivel de vibración equivalente RMS** (raíz cuadrada de los valores promedios instantáneos de las mediciones de aceleración elevadas al cuadrado), o L_{eq} en un período seleccionado de medición. Es una función logarítmica del nivel de vibración media promediada en el período completo de medición. Puede ser considerado como el nivel de vibración al cual se tendría la misma energía de vibración que la señal de vibración fluctuante actual en el mismo período de tiempo. En el instrumento, el nivel de variación de la señal de vibración presente es continuamente medida, elevada al cuadrado y almacenada en memoria. El circuito de cálculo del L_{eq} continuamente calcula el promedio de los valores acumulados en memoria desde el comienzo del período de medición. Este período puede ser de 17 a 53 minutos, dependiendo del nivel de la señal. Una alarma visual indicará el agotamiento de la memoria.

La medición de vibración en cuerpo completo en un corto período de tiempo bajo esta modalidad puede ser utilizada para ingresar en curvas tiempo-nivel de vibración para determinar el máximo período de exposición, asumiendo que el tiempo de medición es representativo.

3. **Medida pico:** un detector de picos compara la señal de vibración fluctuante y almacena el nivel máximo que haya ocurrido durante el período de medición.

Los datos finales se obtienen a través de una impresora, la cual puede ser la propia impresora del equipo u otra convenientemente conectada, o a través de la pantalla frontal.

Algunas de las características mas importantes del equipo se mencionan a continuación:

Tabla No. 12. Especificaciones del equipo Brüel & Kjaer tipo 2512

Dimensiones	Alto: 133 mm Ancho: 210 mm Profundidad: 200 mm
Peso	3.1 Kg. (incluyendo baterías)
Condiciones ambientales	Temperatura: -10°C a +55 °C Humedad: 0 - 90 % de humedad relativa no condensada Campos magnéticos: 100 A/m
Tiempo de calentamiento	Depende del modo de operación: Vibración segmental (mano-brazo): 5 seg. Cuerpo completo (1 - 80 Hz.): 10 seg. Cuerpo completo (0.1 - 0.63 Hz.): 40 seg.
Rango de frecuencia	0.1 a 1000 Hz.
Cálculo de dosis de exposición equivalente.	Vibración segmental: ± 5% Cuerpo completo (0.1 - 0.63 Hz.): ± 15% Cuerpo completo (1 - 80 Hz.): $\pm \left(\frac{4 \text{ min.} \times \text{Dosis de exposicion \%}}{\text{Tiempo transcurrido (min)}} \right) \%$ Cuando el tiempo de exposición equivalente para 100% de dosis está entre 10 y 27 minutos; o ±15% cuando exceda los 27 minutos
Vibración equivalente RMS	Superior a ±0.5 dB
Detección de picos	± 1 dB

2.3.3.- NORMATIVA APLICABLE

La normativa COVENIN 2255-91 : "**Vibración Ocupacional**" no especifica un procedimiento estricto en lo que respecta a la medición de este parámetro en campo, aunque si indica que ésta debe limitarse a los sitios donde haya posibilidad de exposición ocupacional, es decir, pasillos, plataformas o áreas de permanencia de personal, y lo mas cercano posible al sitio donde la vibración es transmitida al cuerpo humano. Adicionalmente, menciona algunas recomendaciones referentes a la superficie donde se colocarán los detectores y su fijación a la misma, los valores numéricos para límites de exposición a vibraciones para el cuerpo entero, los equipos de evaluación de vibración y el programa de control para vibración.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

2.4.- ILUMINACIÓN

La iluminación es la aplicación de luz a los objetos o sus alrededores para que se puedan ver. Este factor ambiental tiene como principal finalidad facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad, lo cual contribuye a aumentar la cantidad y calidad del trabajo. La agudeza visual de una persona para realizar una tarea determinada aumenta o disminuye de acuerdo al nivel de iluminación, por consiguiente, es importante utilizar el nivel adecuado.

2.4.1.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación industrial pueden clasificarse atendiendo a las fuentes de iluminación y a la función, éstas a su vez se pueden dividir de la siguiente forma:

1. Según fuentes de iluminación :

- sistemas de iluminación natural
- sistemas de iluminación artificial

2. Según la función :

- Alumbrado general (interiores/exteriores)
- Alumbrado semilocalizado
- Alumbrado localizado
- Alumbrados especiales

Iluminación natural :

Ventajas

- Proviene de una fuente prácticamente inagotable y totalmente gratuita.
- Posee una calidad cromática óptima.
- Puede proveer niveles de iluminación muy elevados.
- En muchos casos supone un bajo costo de instalación y mantenimiento.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

- Asegura una comunicación visual al exterior.

Desventajas

- No es disponible en todo momento (día nublado, noche, edificaciones interiores/exteriores u otro factor).
- Produce variaciones de intensidad y orientación.
- Puede producir elevados contrastes en caso de penetración solar directa.

Iluminación artificial: Se basa fundamentalmente en la generación controlada de luz, aprovechando algunos de los fenómenos de termoradiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación, conocidas como lámparas. El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del tipo de recinto y tarea a realizar.

Alumbrado general: Es el alumbrado de una instalación en la que el tipo de luminarias, su posición y altura respecto al plano de trabajo, permiten obtener sobre dicho plano una iluminancia uniforme que es independiente de la orientación y posición de los puestos de trabajo. La iluminación media debe ser igual al nivel máximo necesario, lo que supone mayor cantidad de puntos de luz.

Alumbrado semilocalizado : En este tipo de alumbrado las luminarias están situadas de forma que refuercen el nivel luminoso en los planos de trabajo, pero manteniendo un nivel suficiente en las zonas de circulación.

Alumbrado localizado : Es el que sirve para reforzar el nivel de iluminación de los planos de trabajo en aquellos casos en que el alumbrado general proporciona niveles bajos.

Alumbrados especiales : Cuando se requiere dar la iluminación mínima indispensable para la seguridad de la vida y la propiedad, para iluminar rutas de evacuación o iluminación de emergencia cuando falla el funcionamiento eléctrico normal.

Licencia Creative Commons:

2.4.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA VISIÓN

La visión es un fenómeno que depende de una gran cantidad de factores, los cuales suelen dividirse en fisiológicos y sicofisiológicos.

En relación con la iluminación industrial, los factores fisiológicos de la visión son los más importantes y los mismos varían significativamente con la edad. Estos factores se pueden clasificar en :

Acomodación visual : Es la capacidad que tiene el ojo para enfocar los objetos a diferentes distancias (visión de cerca y de lejos).

Adaptación visual : Es el proceso por el cual el ojo se adapta a los distintos niveles de luminosidad. La adaptación a la luz depende de múltiples factores tales como la iluminación inicial, la magnitud del cambio de luminosidad, la adaptación de niveles de luz bajos a niveles elevados y viceversa.

Agudeza visual : Es la capacidad de percibir y discriminar visualmente los detalles más pequeños.

2.4.3.- UNIDADES LUMINOTÉCNICAS

Para la evaluación de los sistemas de iluminación industrial es necesario definir las unidades de los factores mas determinantes en la visión :

Flujo luminoso (Φ): Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa; es un factor que depende únicamente de las propiedades intrínsecas de la fuente, también se denomina potencia luminosa cuya unidad es el lumen y equivale al flujo luminoso emitido en un ángulo sólido unidad por una fuente luminosa de intensidad unidad (candela).

Intensidad luminosa (Y): Es el flujo emitido en un ángulo sólido en una dirección dada. Su unidad es la candela, la cual equivale a la sesentava parte (1/60) de la intensidad luminosa provocada por 1 cm² de un “cuerpo negro” a la temperatura de fusión del platino (2046 °K).

La intensidad luminosa de una fuente no está al alcance del higienista industrial, ya que se realiza en laboratorios por medio de equipos especiales. Sin embargo, con la determinación de un luxómetro y multiplicando por el cuadrado de la distancia, se puede estimar la intensidad de una fuente en la dirección que se realiza la medición.

Iluminancia (E) : Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie, es decir, el coeficiente del flujo luminoso recibido por un elemento de superficie que contiene el punto, dividido entre el área de dicho elemento. Su unidad es el Lux (Lx) y se expresa mediante la fórmula siguiente :

$$E = \frac{d\theta}{dA}$$

2.4.4.- EFECTOS DE UNA ILUMINACIÓN DEFICIENTE

Como producto de una insuficiente iluminación se nota un incremento en la ocurrencia de accidentes por falta de visión en áreas con obstáculos y/o peligrosas. Existe una mayor tasa de errores cometidos al momento de realizar las tareas. La persona manifiesta síntomas de fatiga, cansancio ocular, malestar y dolor de cabeza. Esta demostrado que niveles inadecuados de iluminación disminuyen la capacidad visual durante exposiciones prolongadas al trabajo, en consecuencia, la productividad se ve afectada.

2.4.5.- EQUIPO DE MEDICIÓN

El luxómetro o medidor de “footcandle” modelo 615-1200 vc (ver fotografía B.2.4 en el anexo B.2) es un equipo pequeño, portátil, práctico y fácilmente manejable. Consiste

en una cajita cuyas dimensiones son 17,5 cm de largo, 8,5 cm de ancho y 6 cm de espesor, la cual contiene una fotocélula receptora (difusor corrector de coseno) con respuesta espectral corregida de acuerdo con la curva de visión normalizada.

El difusor es movable en un ángulo de 90° para poder realizar mediciones en posiciones verticales, horizontales o intermedias de acuerdo con el punto de referencia visual. Posee además una escala con selector para dar una lectura de acuerdo al rango de iluminancia que debe medirse. La operación del equipo es simplemente girar el botón de encendido de escalas y situarse en el rango deseable, previa colocación del instrumento en la posición adecuada. El resultado de la lectura tomada en footcandles es convertido a unidades LUX multiplicando el valor por 10,7643.

Escalas : 1.2 / 12 / 120 / 1200

3 / 30 / 300

Precisión mínima a plena escala de +/- 2 % ; en casos especiales se podrá utilizar un filtro para la medición de iluminancias superiores a 1000 lux y en cuyo caso la precisión mínima podrá ser de +/- 5 %.

2.4.6.- NORMATIVA APLICABLE

La Norma Venezolana Covenin 2249-91 : “Iluminancias en tareas y áreas de trabajo”, indica los valores recomendados de iluminancias para áreas y actividades en la industria petrolera y petroquímica, así como el sistema de iluminación recomendado en algunos casos, para la obtención de un desempeño visual eficiente en las diversas áreas de trabajo y para tareas específicas bajo condiciones de iluminación artificial. Estos valores relacionados con la instalación en estudio pueden observarse en la tabla siguiente :

Tabla No. 13. Iluminancias mínimas en áreas o actividades de la Industria

Área o actividad	Iluminancia (LUX)	Forma de medición
Bombas, Válvulas, Múltiples	50	a
Intercambiadores de calor	30	a
Turbinas	50	a,b, c, v
Plataformas operativas	50	b
Escaleras/Escalerillas		
Uso poco frecuente	10	b
Uso frecuente	50	b
Instrumentos	50	v/c
Sala Control individual		
General	200	b
Consola/Escritorio	300	0,76 m
Tablero frontal	300	v 1,70 m
Tablero posterior	100	v 0,90 m
Vestuario	100	b
Sanitario	100	b
Comedor	300	0,76 m
Taller	300	
Muelle de carga	10	
Muelle de pasajeros	10	
Depósito activo	150	
Oficinas	300	

Notas de la tabla :

- (a) Rasante (nivel en el cual está ubicada la maquinaria)
- (b) Piso
- (c) Nivel del ojo
- (v) En el plano vertical

Determinación de la iluminancia existente : La Norma Venezolana Covenin 2249-91 establece las siguientes condiciones y procedimientos para determinar la iluminancia media general existente en el área de estudio:

Condiciones generales :

- Al evaluar en sitio una instalación de iluminación existente es necesario medir la iluminancia en dicho lugar, e investigar las condiciones del medio que influyan sobre la medición.
- Las mediciones de campo son válidas únicamente para las condiciones existentes durante las mediciones y por ello, es necesario establecer todas las condiciones ambientales y factores que puedan afectar los resultados, tales como posición de las luminarias, reflectancias de las superficies, tipo y edad de las lamparas, tensión eléctrica e instrumentos utilizados para la evaluación.
- Con estas limitaciones los resultados de estas evaluaciones pueden ser válidas para comparaciones, cumplimiento con especificaciones y para determinar las necesidades o conveniencias de efectuar mantenimiento, modificación o sustituciones.

Procedimiento de Medición :

Para determinar la iluminancia media existente en una instalación se recomienda seguir un procedimiento que cumpla las condiciones siguientes :

- Se divide el área o superficie en la cual se va a evaluar la iluminancia, en sectores preferiblemente iguales cuya dimensión mayor no deberá exceder de 0,6 m en áreas interiores y 3 m en áreas exteriores. Cuando el área es muy extensa se podrá efectuar la evaluación sobre un sector representativo de la misma.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

- Se energiza la instalación, se deja funcionar durante 30 minutos y se deja tiempo suficiente de 5 a 10 minutos para la estabilización del instrumento a la iluminancia existente.
- Se mide la iluminancia en el centro de cada una de las áreas unitarias o puntos definidos con el luxómetro ubicado a la altura del plano de trabajo que corresponda.
- Se deben tomar las precauciones necesarias para eliminar las influencias que las personas que efectúan la medición puedan causar sobre los resultados de la misma.
- Durante la medición se verifica que la superficie receptora de la fotocélula del instrumento esté horizontal, vertical o en el plano intermedio que corresponde a la medición requerida.
- Se calcula la iluminancia media, como una media ponderada en áreas, con base a las lecturas obtenidas como se indica en e) y su valor se considera con una tolerancia de +/- 20 %.
- En el caso de existir interferencia o influencia en la medición, ocasionada por fuentes de iluminación ajenas al sistema que se evalúa, la contribución del sistema evaluado se determina por diferencia.

2.5.- RADIACIONES IONIZANTES

El fenómeno de la radiación es aquel donde algunas formas de energía afectan la estructura atómica de la materia de varias maneras. Cuando una fuente de radiación es capaz de separar electrones de su átomo correspondiente, el proceso se conoce como ionización.

Las radiaciones ionizantes, ya sean de naturaleza electromagnética (energía pura, sin masa, también conocida como ondulatoria, formada por ondas similares a la luz visible pero mucho más energética como los rayos x o gamma) ó corpuscular (formada por partículas muy pequeñas que se mueven a alta velocidad, poseen masa y energía, como las partículas beta, partículas alfa y los neutrones) son nocivas para el cuerpo humano si no se toman las medidas de protección correspondientes.

2.5.1.- TIPOS DE RADIACIONES IONIZANTES

Partículas alfa: Producen una ionización densa a su paso por un material, sólo recorren distancias cortas que como máximo son de unos 10 cm en el aire. El escaso margen de la partícula reduce el peligro al cuerpo, ocasionado por emisiones alfa externas, hasta un nivel insignificante. Sin embargo, si por la inhalación accidental, o la ingestión de materiales radioactivos emisores de éstas partículas que entren al cuerpo humano, pueden causar gran daño a las células. Por esto se concederá que representan un riesgo veinte veces mayor que la correspondiente a las radiaciones beta o gamma.

Partículas beta : Estas pueden penetrar la superficie de la piel desde unos cuantos milímetros hasta un centímetro de profundidad, produciendo serias quemaduras en la piel, en consecuencia, constituyen un riesgo potencial de radiación. Cuando el emisor penetra en el cuerpo, el riesgo aumenta, ya que las partículas beta emitidas dan toda su energía al tejido interior del cuerpo.

Neutrones : Ellos se liberan luego de la desintegración de ciertos materiales radioactivos. En los tejidos humanos la distancia promedio para la absorción de neutrones varía entre 0,6 cm a varios centímetros dependiendo de la energía del neutrón. El peligro para la salud deriva de su capacidad para liberar radiación secundaria (emisión de un protón, rayo gamma, partículas beta o partículas alfa, dependiendo del tipo de átomo que ha capturado al neutrón).

Rayos X : Es una radiación electromagnética que se origina fuera del núcleo de átomo. Su capacidad de penetración depende de la longitud de onda y del material irradiado. Las radiaciones X de larga longitud de onda se denominan "blandas" y son fácilmente absorbidas pero con poco poder de penetración. Las radiaciones X de corta longitud de onda se denominan "duras", pues su poder penetrante es mucho mayor.

Rayos Gamma : Esta radiación interactúa con la materia en forma comparable a la radiación X, excepto que su origen está en el núcleo de un átomo. Constituye un riesgo para todo el cuerpo ya que penetra hasta profundidades extremas y, mediante interacciones, ioniza y excita los tejidos que ha alcanzado.

2.5.2.- UNIDADES PARA MEDIR LA RADIACIÓN IONIZANTE

No es posible medir directamente una cantidad de radiación; lo que se mide es la ionización producida por el paso de la radiación a través de un determinado medio. Tal cantidad puede referirse bien a la carga, a la energía, o al efecto biológico (daño). Las unidades utilizadas son el roentgen, rep, rad y rem.

Roentgen: es una medida de ionización en el aire debida a la radiación X o gamma.

Rep: mide la radiación por su efecto sobre el tejido humano.

Rad: mide la energía absorbida por radiación en cualquier material. Un rad es la dosis correspondiente a la absorción de 100 ergios por gramo de tejido (1 milirad (mrad) = 0,001 rad).

Rem: es una medida de la dosis de cualquier radiación ionizante para los tejidos del cuerpo expresado por su efecto biológico estimado en relación con una dosis de 1 roentgen de rayos X . La relación del rem con otras unidades de dosis depende del efecto biológico que se esté considerando y de las condiciones de irradiación. Se considera que cada una de las siguientes es equivalente a una dosis de un rem:

- una dosis de 1 roentgen debida a radiación X o gamma
- una dosis de 1 rad ocasionada por una radiación X, gamma o beta
- una dosis de 0,1 rad ocasionada por neutrones o protones de alta energía
- una dosis de 0,05 rad ocasionada por partículas más pesadas que los protones y con una energía suficiente para alcanzar el cristalino del ojo.
- un rem de radiación de neutrones es equivalente a una incidencia de 14 millones de neutrones por centímetro cuadrado de superficie corporal.

2.5.3.- EFECTOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

Un individuo puede ser afectado por una cierta cantidad de radiación y la lesión producida va a depender de ciertos factores como la dosis total, la velocidad con que recibe la dosis, el tipo de radiación (aguda: la que se recibe en cortos períodos de tiempos, crónica: se recibe en largos períodos de tiempo) y la parte del cuerpo que la recibe (total o parcial).

La radiación ionizante puede producir dos tipos de efectos biológicos nocivos :

Efectos Somáticos: Que son aquellos producidos sólo en el ser vivo expuesto (y pueden ser lesiones en células, tejidos, etc.) tales como cataratas y la disminución de células en la médula ósea, estos efectos varían desde simples quemaduras o

interrupción de ciertas funciones biológicas hasta consecuencias graves como leucemia, cáncer y muerte prematura.

Efectos Genéticos: Estos aparecen en forma tardía, y por lo general en la descendencia. Los daños se atribuyen en aquellos casos en que los órganos reproductivos de una persona han estado expuestos a la radiación produciendo alteraciones en los cromosomas de las células, las cuales son transmitidas de padres a hijos.

Pérdida de la expectativa de vida: Se estima que una persona que recibe una dosis de 1 rem pierde un día de expectativa de vida. es decir que si recibe 20 rem perderá 20 días de su expectativa de vida.

2.5.4. EQUIPO DE MEDICIÓN

En vista de que no fue posible ubicar información técnica del equipo, esta sección se limitará a la descripción general del mismo.

El equipo consiste básicamente en un detector portátil de radiaciones, con un sensor de alcance telescópico, similar al de la fotografía B.2.5 del anexo B.2, provisto de una pantalla del tipo líquida.

Este equipo está en la capacidad de detectar radiaciones tan bajas como en el orden de $\mu\text{Rem/h}$, cambiando automáticamente la escala de acuerdo con el nivel de radiación percibido. Dispone de tres botones en su panel frontal: uno para operaciones de encendido/apagado, otro para activar la iluminación de la pantalla y un tercero para silenciar la alarma. Su peso es de menos de cinco libras y su longitud aproximada es de 1:10 metros.

2.5.5.- NORMATIVA APLICABLE

Norma Venezolana COVENIN 2259-95: “Radiaciones Ionizantes-Límites Anuales de Dosis Equivalentes”.

Objeto : establecer los límites anuales de dosis equivalente de radiaciones ionizantes para personas ocupacionalmente expuestas y miembros individuales del público. El término dosis se emplea en general para expresar una medida de radiación absorbida por el cuerpo u otro material cuando está expuesto a un campo radioactivo.

Descripción : El límite anual de dosis equivalente efectiva para las personas ocupacionalmente expuestas con exposición uniforme de cuerpo entero es de 20 mSv (2 rem). El límite anual de dosis equivalente para los distintos órganos y tejidos de personas ocupacionalmente expuestas es de 500 mSv (50 rem) salvo para el caso del cristalino ocular cuyo límite es de 150 mSv (15 rem). Estos límites se aplican independientemente.

El límite anual de dosis equivalente efectiva para los miembros individuales del público es de 1 mSv (0,1 rem).

Norma Venezolana Covenin 2257-95: “Radiaciones Ionizantes. Clasificación de las Condiciones y Zonas de Trabajo”.

Objeto : Establecer la clasificación de las condiciones y zonas de trabajo, en base a los límites anuales de dosis equivalente, para determinar la vigilancia radiológica.

Clasificación : Las condiciones de trabajo se clasifican en condición de trabajo “A” y condición de trabajo “B”. Las zonas de trabajo se clasifican en zona controlada y zona supervisada.

Descripción : Condición de trabajo “A” es aquella en la cual es probable que las dosis sobrepasen los tres décimos de los límites anuales de dosis equivalente establecidos en la Norma 2259-95. Condición de trabajo “B” es aquella en la cual es improbable que las dosis excedan tres décimos de los límites anuales de dosis equivalente establecidos en la Norma 2259-95. Zona controlada es aquella en la cual las exposiciones medidas son iguales o mayores de 0,5 mR/hr.

Licencia Creative Commons:

74

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

El área se clasifica como Zona supervisada si la tasa de exposición medida es menor de 0,5 mR/hr.

Esta norma indica los siguientes límites de exposición para el público en general:

Tabla No. 14. Tasa de exposición de acuerdo a los tiempos de permanencia del público en las áreas.

Tiempo de permanencia (hr/año)	Tasa de exposición (mR/hr)
100	1
200	0,50
400	0,25
500	0,20
1000	0,10

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

2.6.- RADIACIONES NO IONIZANTES

Las radiaciones no ionizantes son aquellas ondas electromagnéticas que se encuentran ubicadas en el espectro en un rango de longitud de ondas comprendido entre los 1800 a 15000 Å (Angstrom). Las bandas de radiación no ionizante se clasifican según las longitudes de onda abarcando las regiones del infrarrojo, luz visible, microondas, radiofrecuencias y ultravioleta. No existe una delineación marcada entre una banda y otra. De hecho, a menudo las divisiones se traslapan, pero las escalas separan los efectos físicos y biológicos asociados con cada tipo de radiación.

2.6.1.- TIPOS DE RADIACIÓN NO IONIZANTE

Espectro visible: La parte visible del espectro electromagnético es de 400 a 800 nanómetros (las longitudes de onda se expresan en la unidad llamada angstrom Å, la cual es equivalente a 10^{-8} cm, o en nanómetros, nm, cuyo valor es 10^{-7} cm).

El interés ocupacional principal con la luz visible pertenece a la cantidad de iluminación en el lugar de trabajo. Existen dos fuentes de luz visible : (1) incandescente, o de cuerpo caliente, que incluye las lamparas de alta intensidad, proyectores orientables y focos proyectores, y (2) descargas de gas como tubos de neón, tubos fluorescentes, tubos centelleantes y fuentes de iluminación de plasma. La unidad que se utiliza para medir la cantidad de luz visible es pie-bujía y la tasa de flujo de luz se mide en lúmenes. (Ver iluminación, sección 2.4)

Espectro ultravioleta: El espectro ultravioleta (UV) va de 4 a 400 nanómetros y está subdividido en tres subcategorías: UV de vacío, UV distante y UV cercana. La radiación ultravioleta no es visible para el ojo humano y es producida en forma natural por el sol y artificialmente por arcos eléctricos. La exposición de los trabajadores a la radiación ultravioleta contempla la emisión de luz UV de operaciones de soldadura o cuerpos calientes y del uso de fuentes de luz UV en el procesamiento de sustancias químicas, detección de materiales fluorescentes y rayos láser UV.

Licencia Creative Commons:

76

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Radiación electromagnética: En su interacción con los humanos y otros seres vivos, los campos electromagnéticos se comportan como si estuvieran compuestos por campos eléctricos y magnéticos independientes. La respuesta de un organismo a estos campos puede tener una base térmica, una base no térmica o una combinación de ambas, por tanto, los principales factores que controlan la tasa de absorción de energía son la longitud de onda del campo incidente, las dimensiones y geometría del organismo irradiado, la orientación del organismo con relación a la polaridad de los vectores del campo, la presencia de superficies reflejantes y si el organismo presenta una conducción eléctrica a tierra. Las microondas se definen como radiación electromagnética en la escala de los 100 a los 300000 Megahertz. Esta forma de radiación se propaga normalmente en la atmósfera a partir de antenas asociadas con transmisores de televisión, de FM y de radar. Las fuentes de energía de microondas también se aplican en medicina, hornos microondas y otras operaciones. Las microondas pueden ser transmitidas, reflejadas o absorbidas luego de chocar contra un objeto.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Radiación infrarroja: El espectro infrarrojo (IR) yace en la región espectral de 0,8 a 400 micrómetros y se subdivide además en la región infrarroja cercana y en la infrarroja lejana o distante. Todos los objetos con una temperatura superior al cero absoluto emiten radiación infrarroja como función de la temperatura. Las fuentes que suelen encontrarse son cuerpos calientes o incandescentes que producen un amplio espectro continuo de radiación IR.

Rayos láser: El nombre láser corresponde a las siglas "light amplification by stimulated emission of radiation" (luz amplificada por emisión estimulada de radiación). Los rayos láser comprenden las regiones infrarroja, visible y ultravioleta del espectro y concentra una gran cantidad de energía en una pequeña área transversal. Los rayos láser pueden ser proyectados a largas distancias, y su uso en los lugares de trabajo es cada vez mayor.

2.6.2.- EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

El grado de luz visible representa poco riesgo biológico salvo posiblemente para la vista en condiciones extremas.

La piel y los ojos son los órganos principales que están sujetos a los riesgos de la absorción de luz ultravioleta. Las personas que trabajan continuamente al aire libre, a plena luz solar pueden desarrollar tumores cutáneos en las áreas expuestas del cuerpo.

La evidencia experimental indica que los efectos biológicos de los campos electromagnéticos generados por la transmisión de potencia eléctrica incluyen los fenómenos visuales conocidos como electrofosfenos y magnetofosfenos, así como la modificación en el ritmo cardiaco. Existe una gran controversia acerca de si la exposición a los campos produce un riesgo elevado de cáncer, principalmente leucemia y tumores del tejido nervioso. Los efectos fisiológicos de las microondas están relacionados con la densidad de energía de las mismas, $\mu\text{w}/\text{cm}^2$, y su frecuencia.

El daño a la piel causado por la radiación IR es básicamente térmico en naturaleza y no se conocen efectos de bajo nivel a largo plazo. Los niveles de daño de umbral son esencialmente similares a los del daño a la piel producido por radiación visible. La piel y los ojos son los órganos críticos que sufren los efectos de la radiación IR.

Los efectos biológicos potenciales de la exposición a los rayos láser se deben a las interacciones de las energías ultravioleta, de luz visible e infrarroja; pero debido a la alta intensidad de energía y a las características de pulso corto de la radiación, pueden ocurrir efectos diferentes y más catastróficos en los tejidos de los seres humanos. Casi todos los láseres conocidos constituyen peligros potenciales para los ojos.

2.6.3.- EQUIPO DE MEDICIÓN

El HI - 3624 Medidor de campo magnético (ver fotografía B.2.6 en el anexo B.2) está diseñado para medir la densidad del flujo de campos magnéticos de rangos de frecuencia entre 30 Hz y 2 KHz. Adicionalmente puede ser utilizado para la medición de campos asociados a líneas de transmisión de energía eléctrica, equipos operados eléctricamente así como de otras fuentes menores.

El HI - 3624 posee además un medidor de densidad de flujo axial simple, diseñado para responder a formas de onda sinusoidales o complejas de campo magnético, como las producidas por el sistema de deflexión de los terminales de vídeo VDTs. Este equipo muestra directamente el valor RMS de la densidad de flujo magnético en un medidor analógico. El sensor consiste de un lazo multivuelas conectado a la instrumentación de lectura por medio de un conductor de un metro de longitud. El sensor de lazo suministra orientación relativa a las diferentes componentes de polarización del campo magnético. Ello permite rápida localización de la máxima densidad de flujo mientras que el aparato puede sostenerse para efectuar la lectura correspondiente. Esta característica hace al dispositivo especialmente útil para la supervisión rápida de amplias áreas de campos magnéticos.

El sensor esta eléctricamente apantallado para que la respuesta del equipo sea solamente debido a la influencia del campo magnético. Ninguna interferencia es causada por campos eléctricos presentes en el ambiente, como los que pueden producirse alrededor de fuentes de alto voltaje.

El equipo posee un amplio rango de medición dinámico, lo cual permite mediciones tan bajas como 2 miligauss y puede medir hasta 20 gauss, siendo conveniente tanto para la medida de campos magnéticos en áreas residenciales así como en instalaciones industriales. Las características principales se indican en la siguiente tabla:

Tabla No. 15. Especificaciones del Medidor de Campos Electromagnéticos

Respuesta en frecuencia	30* a 2000 Hz llanos 30* Hz -3 dB 2000 Hz -3 dB <30* Hz 80 dB/década bajando >2000 Hz 40 dB/década bajando * esta frecuencia es seleccionable a 5 Hz.
Sensor	Externo, multivuelas, diámetro interno de 110 mm y externo de 116 mm, área del lazo es 0.010 m ² , longitud del conductor 1,2 m.
Respuesta del Detector	Medición RMS para precisión en la lectura de ondas sinusoidales.
Rangos	2 mGauss 20 mGauss 200 mGauss 2 Gauss 20 Gauss
Precisión	Entre un +/- 5% a frecuencias de calibración de 50, 100, 500 y 1000 Hz.
Alimentación	Dos baterías alcalinas de 9 V.
Linealidad	5 %
Relaciones aplicables	1 microtesla = 10 miliGauss 1 miliGauss = 80 miliAmpere/metro.

Operación:

Un interruptor controla todas las operaciones del instrumento. El interruptor principal enciende el equipo y selecciona uno de los cinco rangos de medición. Un indicador tipo LED se activa cuando las baterías presentan baja carga. Si esta señal permanece en esta condición se deben reemplazar ambas baterías localizadas en la parte posterior

Licencia Creative Commons:

del instrumento. Resulta normal que eventualmente al cambiar la selección de operación o al apagar el equipo, el indicador de baja batería encienda momentáneamente.

Al iniciar las mediciones en campo, progresivamente se debe mover el selector hacia la derecha, incrementando de esta manera la sensibilidad del instrumento hasta obtener alguna lectura. La mayor precisión puede obtenerse cuando el medidor se encuentra a media escala. En cada rango de lectura, mientras se mantiene el equipo en una mano, se gira el sensor con la otra mano hasta obtener máxima indicación en el medidor.

Dado que el sensor solo es capaz de medir una componente de polarización del campo magnético en un momento dado, existen dos métodos que pueden utilizarse para obtener la resultante. En la mayoría de los casos, resulta suficiente orientar el sensor hasta que la máxima indicación es obtenida. En muchos casos esto será una lectura de resultante de la densidad de flujo magnético; el sensor debe ser rotado alrededor de tres ejes perpendiculares entre sí. En otros casos, el valor RMS de la resultante de la densidad de flujo puede ser obtenida tomando tres lecturas ortogonales del campo; el sensor es orientado sucesivamente en tres direcciones mutuamente perpendiculares alrededor de un punto fijo y se anotan las lecturas individuales. Estas direcciones serán denotadas como X, Y, Z. La resultante de la densidad de flujo se encuentra calculando el valor RMS, a partir de la siguiente expresión :

$$B = \sqrt{(B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)}$$

B es la resultante de la densidad de flujo

B_x, B_y, B_z son las lecturas en cada una de las direcciones.

No representa ninguna importancia la orientación del sensor de campo que sea utilizada para la lectura X, siempre y cuando las direcciones Y/Z sean perpendiculares a X. Cabe resaltar que en el rango de 5 Hz, el equipo es muy sensible a movimientos

del sensor, dado que el campo magnético de la Tierra será detectado por el instrumento. Cuando el sensor es acelerado o rotado dentro de la influencia de un campo magnético constante, se generará una señal de salida a una frecuencia correspondiente a dicho movimiento, la cual por lo general representa una componente de frecuencia superior a los 5 Hz. Consecuentemente, durante dichos movimientos el equipo típicamente mostrará significantes indicaciones ascendentes en la escala. La selección de frecuencias de 5 Hz es usualmente utilizada para medidas en bobinas fijas tales como cerca de VDTs, en cuyo caso el sensor se mantiene en una posición fija, en otras circunstancias el rango de 30 Hz será mas útil.

2.6.4.- NORMATIVA APLICABLE

Norma Venezolana COVENIN 2238-91 “Radiaciones no Ionizantes. Medidas de seguridad”.

Objeto : Esta norma establece las medidas de seguridad y los límites permisibles de exposición en aquellos lugares de trabajo, en los cuales los trabajadores estén expuestos a radiaciones no ionizantes.

Descripción : Los valores que se indican se deben utilizar como guías de control de exposición a fuentes continuas, donde la duración de la exposición no será menor de 0,1 seg. No se deben considerar como una línea marcada entre niveles seguros y peligrosos.

Radiaciones radio-frecuencia microondas: La densidad de potencia no debe sobrepasar los 10 miliwatios por centímetro cuadrado en ocho (8) horas de trabajo por día. Para densidades de potencia de 10 miliwattios por centímetro cuadrado, el tiempo de exposición debe limitarse a 10 minutos por cada período de 60 minutos durante las 8 horas de trabajo por día. Para densidades mayores a 25 miliwattios por centímetro cuadrado no se admiten exposiciones.

**Normativa Internacional ACGIH aplicable para frecuencias hasta 30 Khz:
Exposición permitida para equipos generadores de campos magnéticos.**

Los TLV para amplitudes de flujo de densidad magnética en rangos de frecuencia de 30 KHz y por debajo señalan los efectos adversos en trabajos con exposición repetida. Estos valores pueden ser usados como guías de control de exposición a campos magnéticos además de constituir una línea de separación entre seguridad y niveles de peligro.

Las exposiciones ocupacionales en frecuencias extremadamente bajas en el rango de 1 Hz a 300 Hz no deben ser excedidos al valor encontrado con la siguiente ecuación :

$$B_{TLV} (mT) = \frac{60}{f}$$

donde f es la frecuencia en Hz.

Para frecuencias en el rango de 300 Hz a 30 KHz, incluyendo bandas de frecuencia de 300 Hz a 3 KHz y de 3 KHz a 30 KHz, las exposiciones ocupacionales no deben exceder el valor de 0,2 mT.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

2.7.- PRODUCTOS QUÍMICOS

Las actividades que involucran el manejo de productos químicos representan riesgos inherentes de contaminación, ya que son sustancias que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al medio ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades tales que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

2.7.1.- VÍAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ORGANISMO

Las principales formas de penetración de los contaminantes químicos en el organismo son las siguientes :

Inhalación: Cualquier material en suspensión en el aire puede ser inhalado siendo ésta la principal vía de entrada. El sistema respiratorio está compuesto por dos áreas principales:

- Vías aéreas del tracto respiratorio superior : nariz, boca, laringe, tubos bronquiales mayores que llegan hasta los diversos lóbulos de los pulmones.
- Alvéolos : donde se produce la transferencia de los gases a través de las delgadas paredes celulares. Sólo las partículas menores de 5 micrómetros penetran en los sacos alveolares, también influirá su solubilidad en los fluidos del sistema respiratorio en su deposición.

La cantidad total de un contaminante absorbida por vía respiratoria es función de la concentración en el ambiente, del tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar.

Absorción cutánea: Comprende toda la superficie que envuelve al cuerpo humano, al contacto de una sustancia química con la piel puede suceder lo siguiente:

- La piel actúa como una barrera efectiva.
- La sustancia reacciona con la piel y causa irritación primaria local.
- La sustancia produce sensibilización de la piel.
- La sustancia llega a los vasos sanguíneos de la piel y entra en la corriente sanguínea.

No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, puesto que para algunas la piel es impermeable, otras pueden penetrar directamente o ser transportadas por otras sustancias. La temperatura y sudoración pueden influir en la absorción de tóxicos a través de la piel.

Ingestión: El sistema digestivo está compuesto por boca, esófago, estomago e intestinos. La ingestión de sustancias químicas puede llegar a suceder en forma accidental en cantidades muy pequeñas pero peligrosas. La ingestión de sustancias tóxicas puede deberse a la costumbre de comer y tomar agua en áreas contaminadas. También pueden ingerirse sustancias anteriormente inhaladas, ya que los contaminantes depositados en el tracto respiratorio pueden ser llevados a la garganta por la acción de las células ciliadas del tracto respiratorio, desde donde son tragadas, produciéndose su absorción en el tracto gastrointestinal.

2.7.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

Los contaminantes químicos se pueden clasificar por su forma de presentarse o por sus efectos sobre el organismo humano.

Por su forma de presentarse:

Aerosol: Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a $100\ \mu$ en un medio gaseoso. Dentro del campo de los aerosoles se presentan los siguientes estados físicos :

- **Polvo:** Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño, procedentes de procesos físicos de disgregación. La gama de tamaños de las partículas de polvo fundamentalmente oscilan entre $0,1$ y $25\ \mu$. Los polvos no floculan excepto bajo fuerzas electrostáticas, no se difunden en el aire y sedimentan por la acción de la gravedad.
- **Nieblas:** Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido, que se generan por condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido por atomización, ebullición u otro proceso. El margen de tamaño para estas gotas es muy amplio, va desde $0,01$ a $10\ \mu$, algunas son apreciables incluso a simple vista.
- **Bruma:** Se definen así suspensiones en el aire de pequeñas gotas líquidas apreciables a simple vista, originadas por condensación del estado gaseoso. Su margen de tamaño está comprendido entre 2 y $60\ \mu$.
- **Humo:** Suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos de combustión incompleta. Su tamaño es generalmente inferior a $0,1\ \mu$.
- **Humo metálico:** Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, partiendo de la sublimación o volatilización de un metal, a menudo va acompañado de una reacción química, generalmente de oxidación. Su tamaño de partícula es similar al del humo. Estas partículas floculan (unión de partículas pequeñas formando otras de tamaño mayor).

Gas : Estado físico normal de una sustancia a 25°C y $760\ \text{mm. de Hg}$ de presión. Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene y que pueden cambiar de estado físico únicamente por una combinación de presión y temperatura. Las partículas

Licencia Creative Commons:

86

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

son de tamaño molecular y, por lo tanto, pueden moverse por transferencia de masa, por difusión o por la influencia de la fuerza gravitacional entre las moléculas.

Vapor : Fase gaseosa de una sustancia ordinariamente sólida o líquida a 25°C y 760 mm. de Hg de presión. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando sobre su presión o sobre su temperatura. El tamaño de las partículas también en este caso es molecular.

Por sus efectos sobre el organismo humano :

Irritantes: Son aquellos compuestos químicos que producen una inflamación, debida a una acción química o física en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio. Estas sustancias por ser muy reactivas, el factor que indica la gravedad del efecto es la concentración de la misma en el aire y no el tiempo de exposición.

Las sustancias irritantes, a su vez, se dividen en :

- **Irritantes del tracto respiratorio superior:** Son sustancias muy solubles en medios acuosos (ácidos, bases).
- **Irritantes del tracto respiratorio superior y tejido pulmonar:** Son sustancias de solubilidad moderada en fluidos acuosos, debido a lo cual actúan sobre todo el sistema respiratorio (halógenos, ozono, anhídridos de halógenos).
- **Irritantes del tejido pulmonar:** Este grupo está constituido por sustancias insolubles en fluidos acuosos (dióxido de nitrógeno, fósgeno).

Neumoconióticos: Son aquellas sustancias químicas sólidas, que se depositan en los pulmones y se acumulan, produciéndose una neumopatía y degeneración fibrótica del

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

tejido pulmonar. Los polvos inertes, si bien no producen esta degeneración del tejido pulmonar, ejercen una acción como consecuencia de la acumulación de grandes cantidades de polvo en los alvéolos pulmonares, impidiendo la difusión del oxígeno a través de los mismos.

Tóxicos-Sistémicos: Se definen como tales los compuestos químicos que, independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciéndose efectos diversos. Ciertos compuestos presentan efectos específicos o selectivos sobre un órgano o sistema (hidrocarburos halogenados, derivados alquílicos de metales, insecticidas, metanol, plomo, hidrocarburos aromáticos, etc.).

Anestésicos y narcóticos: Son sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central. Su acción depende de la cantidad de tóxico que llega al cerebro.

Cancerígenos: Son sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células.

Alérgicos: Son sustancias cuya acción se caracteriza por dos circunstancias. La primera es que no afecta a la totalidad de los individuos, ya que se requiere una predisposición fisiológica. La segunda es que sólo se presenta en individuos previamente sensibilizados (resinas, monómeros, cromo).

Asfixiantes: Son sustancias capaces de impedir la llegada de oxígeno a los tejidos. Los asfixiantes se clasifican en simples y químicos :

- **Asfixiantes simples:** Son generalmente sustancias inertes que por el solo hecho de estar presente en el ambiente reducen la concentración de oxígeno en el aire (dióxido de carbono, gases nobles, nitrógeno, otros).

- **Asfixiantes químicos:** Son sustancias que impiden la llegada del oxígeno a las células, bloqueando alguno de los mecanismos del organismo. Se encuentran en este grupo sustancias muy diversas como monóxido de carbono, ácido cianhídrico, nitratos, nitritos y sulfuro de hidrógeno. Estas sustancias pueden actuar a nivel de la sangre, de las células, o como el caso del sulfuro de hidrógeno sobre el cerebro, paralizando los músculos de la respiración.

Productores de dermatosis : Son sustancias que independientemente de que puedan ejercer otros efectos tóxicos sobre el organismo, en contacto con la piel originan cambios en la misma, a través de diferentes formas:

- Irritación primaria
- Sensibilización alérgica
- Fotosensibilización

Efectos combinados: Hay contaminantes que desencadenan uno solo de estos efectos, otros en cambio engloban en su acción varios. Otra circunstancia es la presencia en un mismo ambiente de contaminantes distintos a un mismo tiempo que pueden generar:

- **Efectos simples:** Se presentan cuando los contaminantes actúan sobre órganos distintos.
- **Efectos aditivos:** Son los producidos por varios contaminantes que actúan sobre un mismo órgano o sistema fisiológico.
- **Efectos potenciadores:** Son los producidos cuando uno o varios productos multiplican la acción de otros. El efecto total sólo puede calcularse si se conoce la magnitud de los potenciadores.

2.7.3.- ACCIÓN DE LAS SUSTANCIAS TÓXICAS

La acción tóxica de una sustancia puede ser dividida arbitrariamente en efectos agudos y crónicos o también se pueden distinguir exposiciones aguda y crónica.

Efectos agudos : Las exposiciones y los efectos agudos involucran concentraciones altas por períodos breves y resultados inmediatos de algún tipo que pueden provocar enfermedad, irritación o muerte. En toda planta es inevitable que en algún momento un material escape a través de pérdidas pequeñas o roturas importantes de una tubería o de alguna clase de daño accidental en el equipo. Generalmente las exposiciones agudas son súbitas y graves y se caracterizan por una absorción rápida de la sustancia nociva, lo cual representa un accidente. Se considera que el efecto de un peligro químico es agudo cuando se manifiesta luego de un período breve, como minutos u horas.

Efectos crónicos : Las enfermedades crónicas, a diferencia con los efectos agudos, se caracterizan por síntomas o enfermedad de larga duración o de recurrencia frecuente, que se desarrolla lentamente. La intoxicación crónica presupone que cierto nivel de sustancia estará continuamente presente en los tejidos, también podrá ser causada por la exposición a sustancias nocivas que producen un daño irreversible, de manera que lo que se acumula es la lesión más que el tóxico. Generalmente los síntomas de una intoxicación crónica son diferentes de los observados en un cuadro agudo producido por el mismo agente tóxico y debido a que el contaminante es relativamente bajo, el trabajador puede no darse cuenta de la exposición que esta sufriendo.

2.7.4.- NIVELES DE EXPOSICIÓN DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

Los límites para exposiciones a agentes físicos y sustancias químicas en el medio de trabajo están determinados por los valores TLV, denominados valores umbrales límites

para concentraciones en el aire de muchas sustancias químicas. Los datos para establecer los TLV provienen de estudios en animales, seres humanos y experiencias industriales, por lo tanto, los límites se seleccionan en base a diversos criterios. La cantidad y naturaleza de la información disponible para establecer un TLV varía entre una sustancia y otra, por lo tanto la precisión del TLV estimado es objeto de revisión y debe consultarse la última documentación para esa sustancia con el fin de determinar el estado actual de los datos disponibles.

Los valores TLV se refieren a las concentraciones en el aire de sustancias y representa las condiciones bajo las cuales se cree que todos los trabajadores pueden ser expuestos repetidamente todos los días, durante 8 horas sin sufrir efectos adversos. La exposición ocasional de un individuo a los valores umbrales límites (o valores menores), puede no prevenir malestar, empeoramiento de una condición preexistente o una enfermedad ocupacional, debido a que la susceptibilidad individual varía ampliamente. Existen tres categorías de valores umbrales límites, las cuales son :

TLV-TWA (Promedio ponderado en el tiempo) : Es la concentración promedio ponderada en tiempo para un día normal de 8 horas de trabajo o una semana de 40 horas, a la cual casi todos los trabajadores pueden ser expuestos en forma repetida diariamente sin sufrir efectos adversos.

TLV-STEL (Límite de exposición para períodos cortos) : Es la concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período de 15 minutos sin sufrir ninguno de los siguientes efectos:

- Irritación
- Lesión tisular crónica o irreversible
- Narcosis en grado suficiente para aumentar la propensión a accidentes, disminuir la autocapacidad de rescate o reducir materialmente la eficiencia de trabajo.

No se permiten más de cuatro períodos de exposición de 15 minutos, por día, con 60 minutos por lo menos de intervalo entre una exposición y otra, siempre que tampoco se exceda el TLV-TWA diario.

TLV-T (Valor techo) : Es la concentración que no debe ser excedida ni aún por un instante. La mayoría de las sustancias designadas con un valor techo tienden a ser irritantes. Sus valores TLV han sido establecidos en niveles sólo levemente inferiores al que produce irritación notable en las personas más sensibles.

Es necesario destacar que si cualquiera de estos tres valores TLV es sobrepasado, existe un peligro potencial para el individuo. La cantidad en que pueden excederse los valores umbrales límites durante períodos breves sin daño para la salud, depende de factores como la naturaleza del contaminante, grado de exposición y tiempo de exposición. Si la concentración es muy alta, aún por un período corto, produce envenenamiento agudo; si los efectos son acumulativos, los factores van a ser la frecuencia con la que ocurren las concentraciones elevadas y la duración de tales períodos.

2.7.5.- GASES EXPLOSIVOS

Es prácticamente imposible eliminar la presencia de agentes tóxicos en su totalidad de los puestos de trabajo, ni los lugares o plantas donde se procesen éstos, pero se deben fijar criterios que garanticen la salud y bienestar de los trabajadores.

En la planta Tía Juana 1 se evaluaron cuatro tipos de gases con un detector multigas que simultáneamente registra las concentraciones de estos gases en el medio ambiente de trabajo. Los gases evaluados fueron los siguientes :

- **Monóxido de carbono (CO)** : Es un gas incoloro, inodoro, insípido y combustible. Su densidad es de 0,967, menor que el aire, por tanto se difunde rápidamente en el ambiente. Toda instalación que funcione con combustibles sólidos, líquidos o gaseosos genera monóxido de carbono, producto de una combustión incompleta.

Este tipo de gas también está presente en tratamientos térmicos, salas de calderas, hornos, fabricación de coque y motores de combustión interna entre otros.

Efectos : Causa sopor e inconsciencia debido a la anoxia resultante de la combinación del CO con la hemoglobina, lo que impide el transporte por la sangre del oxígeno de los pulmones a las células, produciendo una asfixia química. La carboxihemoglobina producida en la reacción del monóxido de carbono con la hemoglobina, es un producto estable que se puede descomponer con un exceso de oxígeno, obteniéndose de nuevo hemoglobina. El monóxido de carbono en bajas concentraciones causa dolor de cabeza, náuseas, debilidad, confusión mental, alucinaciones y alteraciones del ritmo cardíaco; en casos graves puede producir alteraciones y hasta la muerte.

- **Dióxido de azufre (SO₂)** : es un gas incoloro, no inflamable, de olor picante y sabor pungente, muy soluble en agua. Este tipo de gas se obtiene de la combustión de azufre y también se desprende en los procesos de combustión, ya que el azufre siempre acompaña al petróleo y al carbón.

Efectos: La exposición muy aguda provoca una irritación intensa. Puede sobrevenir la muerte por sofocación debido al espasmo reflejo de la laringe. La intoxicación industrial es generalmente crónica y puede evolucionar como una ulceración del tabique nasal, disfunción pulmonar que progresa al enfisema, desordenes funcionales nerviosos, efectos dentales e inhibición de la función tiroidea.

- **Sulfuro de hidrógeno (H₂S)** : Es un gas incoloro, inflamable, de olor desagradable e inflamable. Cuando se quema genera dióxido de azufre, es soluble en agua produciendo soluciones inestables. Es detectable en concentraciones de 0,02 ppm o menores, las concentraciones tóxicas mas altas anulan rápidamente el sentido del olfato.

Efectos: Concentraciones de 500 a 1000 ppm provocan rápidamente inconsciencia y muerte debido a parálisis respiratoria. Ciertas concentraciones producen síntomas

que incluyen queratoconjuntivitis crónica, náuseas, insomnio, edema pulmonar, desordenes del equilibrio, polineuritis y coloración gris en los dientes.

- **Metano (CH₄)** : Es un gas inflamable, incoloro e inodoro. Es un asfixiante simple mas ligero que el aire, es soluble en éter, solventes orgánicos y alcohol etílico. Este gas también se denomina gas de los pantanos o hidruro de metilo y es utilizado para síntesis química y como combustible.

Efectos: El gas metano no tiene límite de exposición permisible, el factor limitante es la disponibilidad de oxígeno (18% mínimo en volumen a presión atmosférica). Este gas no es tóxico pero en altas concentraciones puede causar narcosis, asfixia e inconsciencia debido a la deficiencia de oxígeno.

2.7.5.1.- EQUIPO DE MEDICIÓN

El MX-21 es un detector multigas portátil (ver fotografía B.2.7 del anexo B.2), que puede detectar simultáneamente la presencia de hasta cuatro gases por medio de células sensoras especiales para cada tipo de gas. Estos gases pueden ser explosivos (metano, gas natural, propano, butano, etc.), tóxicos (monóxido de carbono, ácido sulfídrico, cloro, etc.) o simplemente oxígeno. Utilizando un sistema de bombeo y una cubierta para la inyección del gas, el MX21 puede medir el volumen de gas en áreas confinadas o antes de entrar al ambiente (drenajes, áreas selladas, etc.). Cada 30 segundos una señal sonora se hace escuchar y una señal intermitente en la pantalla principal muestra que el instrumento esta operando correctamente.

Componentes principales :

- Lámpara que indica que el rango de medición del exposímetro ha sido encendida.
- Pantalla alfanumérica (LCD).
- Lámpara de alarma explosimétrica.
- Lámpara de alarma para los canales individuales.

- Lámpara de alarma para un canal individual.
- Tecla de encendido/apagado "ON/OFF"
- Tecla de selección de menú.
- Lámpara de alarma general.
- Tecla para validar datos "ENTER"
- Tecla de selección o tecla de incremento.

Operación:

Dependiendo del tipo de gas que quiera ser detectado, el instrumento debe ser colocado:

- A nivel de piso para gases pesados (H_2S , CO).
- A una altura media (aproximadamente un metro) o en las salidas de ventilación de aire, para la detección general de un máximo de gas o el monitoreo de oxígeno.
- A un nivel alto para la detección de gases livianos (hidrógeno).

El control es por medio de teclado de membrana sensible al tacto en el panel frontal, donde hay cuatro teclas las cuales nos permiten :

- Encender y apagar el instrumento.
- Silenciar la alarma de gas.
- Activar la luz de la pantalla (se apaga automáticamente 15 segundos después de activada).
- Seleccionar el menú durante la operación.

El MX21 puede tener hasta cuatro células sensoras, cada una correspondiente a un canal sensor específico. Físicamente, los canales pueden ser usados para cualquier tipo de celda. No obstante, el canal No. 1 esta reservado para una célula explosimétrica (detección de gases explosivos). Los canales No. 2, 3 y 4 pueden ser

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

conectados a células sensibles a oxígeno o gases tóxicos (CO, H₂S, HCl, etc.). Un canal puede ser programado como "activado" o "desactivado" si se desea por medio del teclado del instrumento. Este también cuenta con una opción la cual permite el cambio automático en la medición del gas explosivo desde el rango de 0 - 100 % LEL, al rango de 0 - 100% GAS.

El contenido de gas medido por cada una de las células puede ser observado en la pantalla alfanumérica. La pantalla está dividida en cuatro zonas independientes (cuadrantes), cada una corresponde a una célula o canal; esto nos permite por lo tanto observar un máximo de cuatro lecturas a la vez. La medición es mostrada alternativamente como se indica:

- El valor de la medición, el cual está continuamente visible.
- La unidad de medición, la cual se alterna con el símbolo o fórmula química del gas.

Ejemplo:

El valor de la concentración del gas Metano (0-100% LEL CH₄), de CO(10 ppm CO), de NO₂ (0.0 ppm de NO₂) y de oxígeno (20.9% O₂) son claramente visibles

0	LEL	10	ppm
0.0	ppm	20.9	%

0	CH ₄	10	CO
0.0	NO ₂	20.9	O ₂

De acuerdo con la programación del tipo de gas, las alarmas de gas pueden ser activadas cuando uno de los siguientes valores programados sea excedido:

- Valor instantáneo (en los cuatro canales)
- Valor mínimo (usado solamente en el canal de oxígeno)
- Valor máximo (en los cuatro canales)

- Límite inferior de explosividad (LEL : Lower Explossion Limit) correspondiente a la media medida sobre 15 minutos para cada canal con celda toximétrica.
- Valor de exposición medio (MEV : Mean Exposure Value) correspondiente a la media medida sobre 8 horas para cada canal provisto con celda toximétrica.

De esta manera, tan pronto como uno de los canales exceda uno de estos umbrales de alarma precolocada, el MX21 activará una señal audible intermitente aguda, a la vez que la lámpara indicadora para el respectivo canal se activará intermitentemente y un mensaje de alarma aparecerá en pantalla, así como también la lectura en la zona correspondiente.

La capacidad de memoria en la cual es almacenada la información es limitada por el tamaño de la unidad y algunas veces también por el tiempo de operación. La capacidad de grabación es de 48 horas con 8 eventos por canal y por 24 horas. Si la cantidad de datos a ser almacenados excede la capacidad del MX21, los datos viejos se perderán. Los datos perdidos son reemplazados por los nuevos datos. El instrumento computa para cada canal en uso y en pocos segundos reporta un promedio de datos en un período de un minuto. Estos datos promediados son almacenados en la memoria.

2.8.- RIESGOS BIOLÓGICOS

Estos riesgos se refieren a los agentes infecciosos que pueden representar un riesgo potencial para la salud y bienestar del hombre o los animales, causando enfermedades directamente o indirectamente por perturbación del ambiente.

Los riesgos biológicos incluyen insectos, hongos, mohos y contaminación bacteriana, que pueden estar presentes en algunos sitios o mediante el consumo de agua potable, eliminación de residuos industriales o aguas servidas, manejo de alimentos e higiene personal. Estos riesgos pueden ser exclusivos para un grupo ocupacional particular o pueden constituir una amenaza para el público en general.

2.8.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS BIOLÓGICOS

Los riesgos biológicos se pueden clasificar según el origen y modo de acción de los agentes biológicos sobre el hombre :

- **Organismos vivos causantes de enfermedades infecciosas** : Pertenecen a diferentes grupos microbianos (bacterias, rickettsias, virus, hongos, protozoarios, etc.), así como algunos grupos de invertebrados parásitos (helimintos y artrópodos). Entre los organismos vivos transmisores de enfermedades endémicas están las plagas voladoras como mosquitos, los cuales actúan como vectores de las siguientes enfermedades : fiebre amarilla, malaria, encefalitis equina, entre otras. Las diferentes especies de mosquitos se encuentran en grandes cantidades en zonas climáticas cálidas en países tropicales como Venezuela. Otra plaga rastrera son las cucarachas, las cuales están contaminadas normalmente con unas 40 especies de diversas bacterias que constituyen agentes patógenos (estreptococos, salmonellas) para el ser humano. Algunas de estas especies se encuentran en el excremento de las cucarachas, la cual al entrar en contacto con los alimentos, produce contaminación de los mismos.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial⁹⁸ - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

– **Derivados animales o vegetales:** Pueden constituir el agente causal de diferentes trastornos de tipo alérgico o irritativo. Los derivados animales causantes de estos tipos de trastornos son los siguientes:

- derivados dérmicos
- anexos cutáneos como pelos y plumas
- líquidos biológicos como sangre y orina
- excrementos
- larvas de invertebrados e incluso pequeños invertebrados

Los derivados vegetales están representados por diferentes partes del vegetal que pueden entrar en contacto con la piel del trabajador o en forma de polvo resultante del tratamiento industrial.

2.8.2. - EFECTOS DE LOS RIESGOS BIOLÓGICOS

Los agentes biológicos peligrosos pueden transmitirse por inhalación, inyección, ingestión o contacto físico. La combinación del número de organismos en el ambiente, la virulencia de los mismos y la resistencia del individuo determinarán si una persona contraerá o no alguna enfermedad. Los efectos de los agentes biológicos pueden ser modificados por la presencia de agentes químicos y/o físicos en el ambiente que producen estrés. Entre los efectos de los agentes biológicos se pueden mencionar los siguientes :

Organismos vivos : Infecciones bacterianas (estafilococos) originadas en pequeñas heridas o abrasiones que rompen con la integridad de la piel, intoxicación alimentaria originada por un agente contaminante de los alimentos (salmonella, clostridium perfringens y el staphylococcus aureus), tifus, lepra, peste bubónica, disentería, diarrea y gastroenteritis provocada por moscas y cucarachas, enfermedades micóticas que pueden ser sistémicas, superficiales o inductoras de hipersensibilidad provocadas por

Licencia Creative Commons:

99

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

hongos, enfermedades parasitarias resultante de la invasión del cuerpo por parásitos (helmintos, larva migrans, ancylostomiasis) como paludismo, amibiasis, leishmaniasis, tripanosomiasis y una variedad de infecciones hemáticas e intestinales, rabia producida por la mordedura de animales como perros, ratas y murciélagos, dengue y encefalitis equina transmitidos a través del mosquito.

Derivados animales o vegetales : Pueden producir diferentes trastornos alérgico o irritativos, afectando principalmente la piel y vías respiratorias (bronquios), son agentes causales de las alergopatías respiratorias y broncopatía obstructiva.

2.8.3.- MEDIOS EN QUE SE ENCUENTRAN LOS AGENTES BIOLÓGICOS

Los medios en que se encuentran los agentes biológicos en el ambiente laboral son los siguientes:

- **Agua:** Es la principal vía de transmisión de agentes infecciosos y parásitos, fundamentalmente intestinales y que van a tener acceso desde el agua al organismo humano principalmente por el proceso de ingestión.
- **Aire:** Actúa como vía de transmisión de riesgos causados por todos aquellos agentes biológicos que puedan presentarse en suspensión, como los polvos vegetales y determinados microorganismos. Los organismos que se encuentran en el aire pueden proceder del suelo, agua, plantas, animales u otras fuentes, dependiendo del ambiente que se trate. Estos organismos tienen como característica su resistencia a la sequedad, utilizando el aire como vía de transmisión de patógenos respiratorios, los cuales penetran en el hombre a través del proceso de inhalación.
- **Suelo:** Derivados del contacto del trabajador con el suelo, pueden presentarse riesgos biológicos como enfermedades parasitarias procedentes de la orina y

excrementos de animales infectados depositados en el suelo y picaduras de animales venenosos como serpientes, escorpiones, arañas y otros, que pueden provocar incluso la muerte.

- **Animales:** Constituyen un factor importante en la transmisión de enfermedades al hombre. Los vertebrados superiores (domésticos o salvajes), pueden estar afectados por enfermedades infecciosas transmisibles al hombre por el simple contacto con ellos o por un ataque o mordedura. Este tipo de enfermedades transmisibles entre los vertebrados y el hombre se denominan zoonosis. Por otra parte, son muchos los invertebrados que intervienen como vehículos transmisores de enfermedades, zoonosis o no, pudiendo tomar parte del ciclo biológico del parásito causante de la enfermedad, actuando como hospedador intermediario o como transmisor pasivo. Por ejemplo, los insectos pueden transportar el parásito desde el agua, suelo o a través de otros animales, hasta un nuevo hospedador; o también pueden intervenir en la contaminación del agua.
- **Materias primas:** Las naturales constituyen un medio adecuado para el desarrollo de microorganismos que constituirán un riesgo biológico. Se puede incluir en este grupo las materias primas de la industria alimenticia, de pieles y curtidos, madera y corcho y materiales orgánicos utilizados en laboratorios.

2.8.4.- EVALUACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS

Es necesario conocer la naturaleza del agente causal (organismo vivo, derivado animal o vegetal) y la vía de transmisión (agua, aire, animales y otros). Los organismos vivos se identificarán según los métodos siguientes para cada tipo:

Para microorganismos (bacterias, hongos, virus): Se utilizarán métodos microbiológicos de cultivo, para identificación de colonias y técnicas de microscopía para el reconocimiento.

Para parásitos: Se empleará la observación directa, cuando el tamaño sea lo suficientemente grande y la observación a través del microscopio para identificar estructuras como esporas, huevos de larvas, animales unicelulares y otros.

Uno de los métodos más apropiados para determinar la exposición ocupacional a materiales, sustancias u organismos peligrosos es el análisis de muestras biológicas obtenidas de los trabajadores expuestos. Este análisis puede indicar la carga de sustancia en el organismo, la cantidad circulante en sangre o excreta. En muchos casos el control biológico tiene grandes ventajas sobre el muestreo del aire ya que se pueden detectar sustancias absorbidas a través de la piel y del tracto gastrointestinal, mediante el análisis de tejido o fluido del organismo, pero por razones prácticas la mayoría de los análisis biológicos están confinados a las muestras de orina y sangre.

2.8.5.- LÍMITES BIOLÓGICOS

Una vez identificado y cuantificado el tipo de riesgo biológico, mediante las técnicas mencionadas anteriormente, en la mayoría de los casos se hace difícil la evaluación por falta de valores límites establecidos, con los cuales poder comparar los resultados obtenidos, sin embargo, existen unos límites de exposición biológicos establecidos en la **Norma COVENIN 2253-93 de concentraciones ambientales permisibles en lugares de trabajo y límite biológico para ciertas sustancias químicas.**

Para evaluar la calidad del agua potable existen normas sanitarias venezolanas presentadas en la Gaceta Oficial No. 31.892 del 29-01-92, en la cual se establecen los parámetros para considerar el agua apta para el consumo humano, uso doméstico habitual incluyendo la higiene personal y el funcionamiento de piezas sanitarias.

Cuando un valor máximo de algún parámetro establecido en estas norma se sobrepase, debe considerarse como indicativo de que es preciso investigar la causa a fin de tomar las correcciones necesarias. El agua que se destine al suministro como agua potable deberá cumplir con los valores establecidos para los aspectos

microbiológicos, biológicos organolépticos, físicos, químicos y radioactivos en estas normas.

Aspectos microbiológicos: El criterio para evaluar la calidad microbiológica del agua potable es la detección del grupo coliforme. Los resultados del análisis bacteriológico deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Ninguna muestra de 100 ml deberá indicar la presencia de organismos coliformes fecales.
- El 95% de las muestras analizadas no deberá indicar la presencia de organismos coliformes en 100 ml.
- Ninguna de las muestras analizadas deberá contener más de dos (2) organismos coliformes en 100 ml.
- En ningún caso deberá detectarse organismos coliformes en dos muestras consecutivas de 100 ml, provenientes del mismo sitio.

Aspectos biológicos: El agua potable no debe contener protozoarios patógenos intestinales, helmintos ni organismos de vida libre. Si el agua proviene de fuentes ubicadas en zonas endémicas de enfermedades transmitidas por el agua, deberá ser sometida a programas de vigilancia sanitaria y aplicación de tratamientos adecuados.

Tabla No. 16. Componentes relativos a la calidad organoléptica

Componente o Característica	Unidad	Conc. Máx. Permisible
Color	unidad color verdadero	15
Turbidez	UNT	5
Olor y Sabor	-	aceptable
Sólidos disueltos totales	mg/l	1000
Dureza total	mg/l	500
pH	mg/l	6,5 - 8,5
Aluminio	mg/l	0,2
Cloruros	mg/l	250
Cobre	mg/l	1,0
Hierro total	mg/l	0,3
Manganeso total	mg/l	0,1
Sodio	mg/l	200
Sulfato	mg/l	400
Cinc	mg/l	5,0

Tabla No. 17. Componentes inorgánicos

Componentes o característica	Unidad	Conc. Máx. Permisible
Arsénico	mg/l	0,05
Cadmio	mg/l	0,005
Cianuro	mg/l	0,1
Cromo total	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	0,6 - 1,7
Mercurio total	mg/l	0,001
Nitratos	mg/l - N	10
Nitritos	mg/l - N	0,002
Plomo	mg/l	0,05
Selenio	mg/l	0,01
Plata	mg/l	0,05
Cloro residual	mg/l Cl ₂	1,0

Licencia Creative Commons:

104

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla No. 18. Componentes orgánicos

Componentes o característica	Unidad	Conc. Máx. Permissible
Cloroformo	µg/l	30
1.2 Dicloroetano	µg/l	10
1.1 Dicloroetano	µg/l	0,3
Pentaclorofenol	µg/l	10
2.4.6 Triclorofenol	µg/l	0,03
Clordano	µg/l	0,3
DDT o sus metabolitos	µg/l	1,0
Heptacloro y H. Epóxido	µg/l	0,1
2.4 - D	µg/l	100
Lindano	µg/l	3,0
Metoxicloro	µg/l	30
Hexaclorobenceno	µg/l	0,01
Benceno	µg/l	10
Benzopireno	µg/l	0,01

Aspectos radioactivos : El agua potable no debe contener elementos radiactivos; los valores máximos permitidos son los siguientes:

- Radioactividad alfa global : 0,1 Bq/L
- Radioactividad beta global : 1,0 Bq/L

Frecuencia de muestreo y análisis : Las muestras de agua deben ser representativas, tomadas del sistema de abastecimiento como las fuentes, alimentadores principales, ramales abiertos y cerrados y estaciones de bombeo. La frecuencia mínima para la captación y análisis microbiológico de las muestras de agua se presenta en la tabla 19 y la frecuencia para la captación y análisis organolépticos, físicos y químicos se muestra en la tabla 20. La frecuencia mínima para el análisis radiactivo del agua potable dependerá de fuentes radiactivas naturales o provenientes de actividades humanas.

La captación de muestras y realización de análisis para la determinación de todos los factores establecidos en las normas, deben ser realizados por técnicos o profesionales

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

y los laboratorios deben estar adecuadamente y estar aprobados por el MSAS. Las metodologías pueden adaptarse a las descritas en manuales internacionales como el "standard methods" y las metodologías aprobadas por COVENIN para el análisis de agua potable.

Tabla No. 19. Frecuencia mínima de muestreo para el análisis de parámetros microbiológicos

Población abastecida	Frecuencia mínima
Menor de 5000	una (1) muestra mensual
5000 a 100000	una (1) muestra mensual por cada 5000 pers.
Mayor de 100000	una (1) muestra mensual por cada 100000 pers.

Tabla No. 20. Frecuencia mínima para el análisis de los parámetros relacionados con los aspectos organolépticos, físicos y químicos

Componentes o característica	Frecuencia mínima
Color Turbiedad	<ul style="list-style-type: none"> - una muestra quincenal aguas no sometidas a tratamiento de clarificación - una muestra diaria en aguas tratadas
Olor Sabor Aspecto Temperatura Cloro residual	- una muestra diaria
Todos los parámetros incluidos en las tablas 16, 17 y 18 de esta Norma	- una muestra anual

3.- EVALUACIÓN EN CAMPO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la elaboración de los mapas de riesgo de la planta compresora Tía Juana-1, se llevó a cabo la estructuración de un equipo de trabajo conformado por personal especialista en el área de Higiene, así como técnicos especialistas en la toma de muestras y análisis de campo para cada factor de riesgo. Igualmente, el personal de la planta brindó su colaboración y experiencia en la realización de estas evaluaciones.

La primera fase de la evaluación consistió en la ubicación de material bibliográfico referente a los riesgos a evaluar, tales como literatura, normas, manuales de operación de los equipos a utilizar en la evaluación de los riesgos, manuales de operación de la planta, así como planos de la instalación para la ubicación geográfica de las mediciones. Posteriormente se trazó un cronograma de visitas de medición a la planta, a fin de compartir los equipos de medición, así como aprovechar al máximo la disponibilidad de los técnicos de campo de la sección.

Una vez obtenidos los datos, estos fueron tabulados, procesados y referenciados en los mapas para pasar a la fase del análisis, la cual se realizó junto con el personal de Higiene Industrial, comparando los resultados tanto con la norma COVENIN como con normas internacionales, según el caso. Específicamente para el análisis de las mediciones de ruido e iluminación, se elaboraron unos mapas cuadrículados de los diferentes niveles y áreas de la planta, a fin de poder ordenar el volumen de información obtenido en campo y proporcionar una herramienta para futuras actualizaciones. Estas cuadrículas se muestran en el anexo A.1.

Seguido al análisis, se discutieron las desviaciones y las recomendaciones necesarias para la corrección o mitigación de los riesgos, en función de la factibilidad de la ejecución. A continuación se describe el procedimiento seguido para estas evaluaciones, junto con el análisis de los mismos.

3.1.- RUIDO

3.1.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Las fuentes de ruido que posee la PCTJ-1 son de tipo continuo constante, ya que no hay diferencias mayores de 6 dBA entre los valores máximos y mínimos de ruido, por lo que el tiempo de medición en cada punto fue de aproximadamente de 15 segundos, tiempo en el cual se “congeló” la lectura varias veces tomando como dato final el valor más repetitivo.

Respecto a la selección de los puntos de medición, éstos se tomaron en base a los sitios de tránsito normal de personal y en la medida que el espaciado y congestiónamiento entre equipos y líneas lo permitiera, procurando mantener cierta regularidad para poder realizar un cuadrículado del área para una representación más fácil de los datos. De acuerdo a lo anterior, los criterios de selección de los puntos de medición fue el siguiente:

Espacios abiertos:

- **Sala de máquinas:** Se midió en los pasillos frente a cada una de las máquinas tanto del lado turbina como del lado compresor, y en los puntos intermedios. Adicionalmente se tomaron dos lecturas en el pasillo entre máquinas, a nivel de succión y a nivel de escape de las turbinas. La regularidad de los puntos se mantuvo hasta alcanzar los extremos de dicha sala.
- **Área de depuradores:** Las lecturas se tomaron a nivel del pasillo aproximadamente cada tres metros, tomando como referencia el punto intermedio entre depuradores y en la parte inferior de las escalerillas de acceso a la base de los equipos. Igualmente se tomaron lecturas en la zona de los verticales de entrada de gas a la planta.

- **Área de enfriadores:** Se tomaron lecturas en la parte superior de los enfriadores, abarcando todas las etapas de compresión, además de la parte posterior de los mismos, a lo largo del pasillo, aproximadamente cada 6 metros.
- **Área de almacenamiento:** Los puntos de medición se tomaron bordeando el área, debido a la ubicación irregular de materiales y equipos, coincidiendo con las rutas de paso regular del personal.
- **Tambor de venteo de baja presión:** Se midió en los puntos extremos del mismo y en su parte inferior.
- **Área de las torres absorbedoras:** La selección de los puntos de medición no siguió un patrón definido, debido a la interferencia con los equipos presentes, concentrándose la atención en los alrededores de las torres por ser la principal fuente generadora de ruido de esa zona.
- **Área de sistemas auxiliares:** Igual que en el área anteriormente descrita la medición de los puntos se realizó en forma aleatoria debido a la limitación impuesta por el congestionamiento y cantidad de equipos.
- **Tambor de venteo de alta presión:** Procedimiento similar al seguido para el tambor de venteo de baja presión: puntos extremos y parte inferior del tambor.
- **Área inferior a la sala de máquinas:** Los puntos de ruido medidos se situaron a lo largo del pasillo de acceso central a una distancia de 3 metros entre cada uno, coincidiendo con el frente de la base de asentamiento de los compresores y con los pasillos laterales situados entre dichas bases. En estos últimos fueron tomados tres puntos de medición, al inicio, final e intermedio del pasillo distanciados entre 3 y 6 metros uno de otro.

- **Plataformas anexas a la planta:** Se midió en los puntos extremos de las plataformas, al igual que en los puntos intermedios de las rutas de circulación normal del personal, debido a la gran cantidad de líneas de tuberías presentes en estas áreas. La distancia tomada entre cada punto en los pasillos de acceso fue de aproximadamente 6 metros de modo de determinar la relación entre el nivel de ruido y la distancia a la fuente principal.
- **Plataformas de atraque:** Se tomaron las lecturas de ruido en los puntos extremos e intermedios de ambas plataformas (personal y materiales). En la plataforma de materiales los puntos intermedios se seleccionaron de acuerdo a las posibilidades de espacio permitidas por los tambores almacenados en esa zona.
- **Área de entrada de aire a las turbinas:** Los puntos se tomaron tanto del lado depuradores como del lado turbinas manteniendo constancia en la distancia en base a las estructuras presentes (vigas de soporte).

Espacios cerrados:

En general, las mediciones realizadas en estos sitios se efectuaron previa confirmación de que las puertas de acceso estuvieran cerradas, para disminuir la influencia directa de las fuentes externas de ruido, y en los momentos en que no habían conversaciones en dichos sitios.

- **Sala de control central:** Las lecturas fueron tomadas tanto del lado frontal como del lado posterior de los paneles de control, abarcando todo el área existente.
- **Salas individuales o dúplex:** Procedimiento similar al anterior, pero con más número de puntos de medición debido a la mayor cantidad de gabinetes, los cuales pueden generar dos efectos, crear barreras o concentrar los sonidos.

- **Oficinas, Comedor y Talleres:** Se midió a nivel de escritorios, mesas de trabajo y puntos extremos de estos sitios.
- **Sala de resistencias:** En ambas salas (este y oeste) se tomó una única serie de puntos alineados debido al aglomeramiento de los equipos.

Los resultados de estas mediciones se presentan en forma de tabla en el anexo A.2, referenciada por nodos con los mapas cuadriculados presentados en el anexo A.1.

3.1.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

La revisión de los datos obtenidos (ubicados en el anexo A.2) indica que, en general, los niveles de ruido de la planta en espacios abiertos es superior a los 85 dBA estipulados por la Norma Venezolana COVENIN 1565-88 como máximo para 8 horas de trabajo sin protección auditiva. En ambientes cerrados, tales como talleres, oficinas y sala de control, los niveles de ruido se encuentran por debajo de 85 dBA pero, de acuerdo al tipo de trabajo que se realiza en estos sitios (labores básicamente manuales con aplicación moderada de trabajo intelectual) los valores de ruido debieran oscilar en el rango de 65 a 70 dBA. (lugares de trabajo donde se requiera comunicación telefónica). El detalle de los resultados obtenidos se puede visualizar en el anexo A.2 y el mismo se explica a continuación :

Espacios abiertos:

- **Sala de máquinas:** Los valores obtenidos varían desde 104 hasta 113 dBA, siendo este último una condición puntual ubicada entre las succiones de las máquinas T-2B y T-3, debido a altos niveles de vibración reportados por la unidad T-3, la cual está próxima a reparación mayor. En el resto de las máquinas para este mismo punto se encontraron valores desde 108 hasta 111 dBA, mientras que del lado escape de las turbinas se encontraron valores desde 106 hasta 110 dBA, reportándose 111 dBA

Licencia Creative Commons:

justo entre las máquinas T-2B y T-3, mencionadas anteriormente. El pasillo del lado turbina presentó valores entre 104 y 110 dBA, alcanzándose valores de 108 a 110 justo en la zona de turbinas. El pasillo del lado compresor presentó valores inferiores que variaron entre 104 y 107 dBA.

- **Área de depuradores:** Los valores en esta zona oscilan entre 90 y 107 dBA, encontrándose los mayores valores entre los depuradores de tercera y quinta etapa (S-3 y S-5). En esta zona la fuente principal de ruido proviene de la fricción del gas circulando por las tuberías, acrecentado por la gran cantidad de cambios de dirección debido al congestionamiento de los equipos.
- **Área de enfriadores:** Sobre los enfriadores se obtuvieron valores entre 95 y 97 dBA mientras que en la parte posterior los niveles resultaron en el rango de 86 a 92 dBA, algo menores por el efecto de barrera de los mismos equipos enfriadores.
- **Área de almacenamiento:** Se alcanzaron rangos desde 82 hasta 89 dBA, obteniéndose los valores más altos del lado de depuradores.
- **Tambor de venteo de baja presión:** Presentó valores desde 79 dBA detrás del tambor hasta 88 dBA en la parte inferior del mismo, producto posiblemente de la transmisión de vibración por las tuberías, ya que en esta zona no existen fuentes generadoras de ruido, a menos que estén en funcionamiento las bombas de drenaje de condensado del tambor.
- **Área de las torres absorbedoras:** Los valores obtenidos variaron desde 90 dBA, en la plataforma de trampas de “cochinos” de las líneas de aceite desde/hacia P-GLP, hasta 100 dBA al frente de las torres. La principal fuente de ruido en esta zona lo constituye el paso de gas en contracorriente con el aceite a través de las bandejas de dichas torres.

- **Área de sistemas auxiliares** (bombas de agua, compresores de aire, etc.): Presentó valores entre 89 y 100 dBA, alcanzándose los mayores valores del lado de las turbinas. Al momento de la medición no estaban en servicio los compresores de aire ubicados del lado oeste, por lo que el ruido en esta zona presentó valores de 91 dBA.
- **Tambor de venteo de alta presión:** Los valores resultaron muy similares al tambor de venteo de baja presión, oscilando entre 80 y 89 dBA, registrándose el menor valor detrás del tambor, mientras que el mayor se obtuvo del lado anexo a la planta.
- **Área inferior a la sala de máquinas:** El pasillo principal reportó valores entre 97 y 102 dBA, alcanzándose el máximo frente al compresor C-4. En los pasillos laterales, paralelos a las líneas de succión y descarga de los compresores se obtuvieron valores entre 98 y 107 dBA, resultando los mayores valores en la parte media del pasillo, a nivel del escape de las turbinas, mientras que los menores valores se ubicaron al final del pasillo del lado de los depuradores. El valor de 107 dBA se consiguió en el pasillo entre las etapas 2B y 3 y entre las etapas 3 y 4 se obtuvo valores de 106 dBA, debido a los problemas de vibración de la máquina T-3.
- **Plataformas anexas a la planta:** Los valores obtenidos en el múltiple LL-604-A (envío de gas a Amuay) varían entre 89 y 95 dBA. El máximo valor se obtuvo en el nivel superior, junto a la trampa de envío de gas a Amuay, producto del flujo de gas por las tuberías. El menor valor se consiguió en el nivel inferior del lado sur-oeste. En el pasillo de comunicación con la plataforma de distribución (isla) los valores disminuyeron hasta 87 dBA para aumentar progresivamente hasta 96 dBA en la isla misma a medida que el punto se encontraba más próximo a la planta propiamente dicha. El valor de 96 se mantiene en el pasillo hacia la plataforma del D-1, la cual presentó valores máximos de 99 dBA. El extremo del pasillo lado planta presentó valores relativamente bajos (91-92 dBA) debido al efecto de “pantalla” de las paredes de la sala de máquinas, principal fuente de ruido de la planta. La plataforma

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

de bombas contra incendio, sin ningún equipo operando, alcanzó valores de 99 dBA producto del ruido proveniente de la sala de máquinas. El nivel de ruido disminuyó hasta 86 dBA a medida que fue menor la distancia a la planta, por el efecto de pantalla de las paredes de la misma.

- **Plataformas de atraque:** En la plataforma de atraque del personal se obtuvieron valores entre 95 y 99 dBA, alcanzándose los máximos valores del lado próximo a la planta. En el caso de la plataforma de atraque de materiales, los valores oscilaron entre 86 y 95 dBA; los mayores valores se encontraron en la porción cubierta de la planchada, destinada al almacenamiento de tambores.

Espacios cerrados:

- **Sala de control central y salas auxiliares:** Los niveles de ruido encontrados en estas salas oscilan entre 73 y 80 dBA, presentándose los valores menores en la sala de control, sin embargo, para este lugar, la norma establece valores aún más bajos (65 a 70 dBA), esto indica que el aislamiento de esta área no es el adecuado para la permanencia de personal durante todo el período de trabajo. Es de hacer notar, que se observaron deficiencias en cuanto al cierre y hermeticidad de las puertas y ventanas. En las primeras, el contacto marco-puerta es directo ya que carecía de la banda de goma que asegura un mayor contacto. Adicionalmente, las puertas presentaban descuadre, lo que afecta aún mas la hermeticidad, y el brazo hidráulico ofrece poca fuerza de cierre. En las ventanas se observó el deterioro de los marcos, lo que afecta al aislamiento de la sala. En el caso de las salas dúplex o auxiliares, los valores son mayores que en la sala de control debido a que estos sitios no se diseñaron para la estadía prolongada de personal y en ellos sólo se efectúan trabajos esporádicos de inspección y mantenimiento.
- **Talleres:** En los talleres de electricistas e instrumentistas se encontraron valores entre 71 y 80 dBA. Debe hacerse notar que tanto los máximos como los mínimos

valores están concentrados en el taller de instrumentistas. Las mayores mediciones están en el recinto adjunto a este taller por su mayor proximidad a las máquinas, en tanto que las menores mediciones se encontraron en el taller propiamente dicho, ya que el recinto anterior actúa como una barrera acústica. El taller de electricistas presentó valores intermedios entre 73 y 76 dBA.

- **Comedor:** El valor obtenido fue de 71 dBA, puesto que se encuentra rodeado de otras zonas cerradas que amortiguan el ruido proveniente de otras áreas, además de que no se estaban efectuando trabajos en el taller adjunto al momento de efectuar la medición.
- **Taller mecánico:** Los valores obtenidos variaron entre 83 y 85 dBA, puesto que como se dijo anteriormente, al momento de la medición no se estaban realizando trabajos con empleo de las máquinas instaladas en este taller. La principal fuente de ruido en esta zona, sin las máquinas-herramientas operando, proviene de los sopladores de aire, ubicados del lado este.
- **Oficinas:** Los valores medidos varían entre 67 y 72 dBA para las oficinas ubicadas tanto en la parte inferior como superior del área, registrándose los menores valores en aquellas donde el aislamiento es mayor debido a la menor áreas de ventanales y a su ubicación intermedia. En los pasillos de entrada a estas oficinas (inferior y superior) los valores están comprendidos entre 72 y 77 dBA. Estos valores van en descenso a medida que se accesa al pasillo del nivel superior.

Como se observa de la discusión anterior, los niveles de ruido alcanzados se encuentran, en general, sobre los valores recomendados por la norma COVENIN para ambientes donde se requiera trabajo intelectual, aunque este represente un bajo esfuerzo. En casos como el comedor, aún cuando el ruido es relativamente bajo, comparándolo con las demás áreas, la norma COVENIN no especifica límites de exposición, por lo que no es posible efectuar un mayor análisis.

3.2.- ESTRÉS CALÓRICO

3.2.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

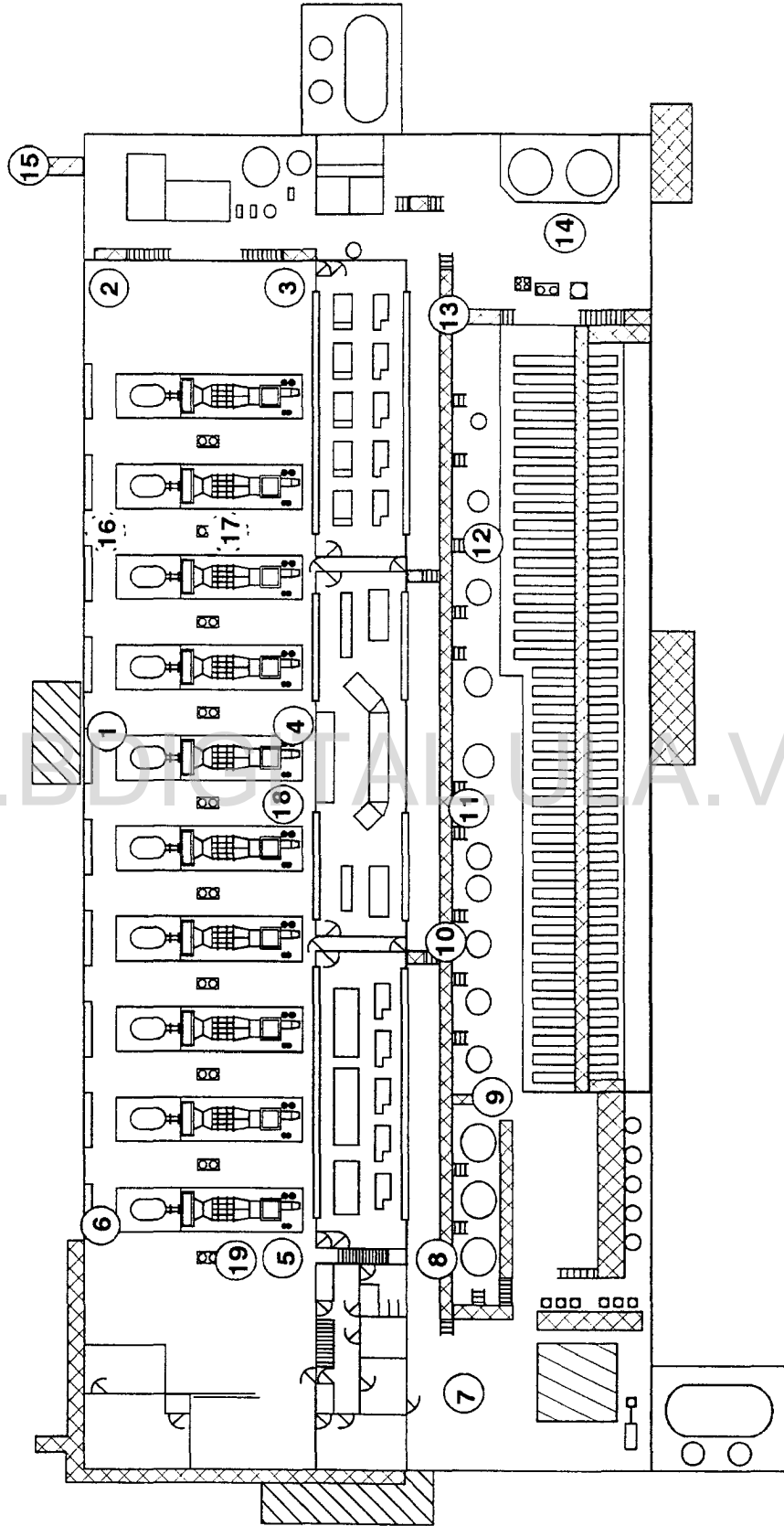
- Las mediciones se realizaron en condiciones extremas, es decir, de día y de noche, ya que por una parte la dirección del viento es completamente opuesta para ambos casos (en el día la dirección del viento es del lago hacia tierra y de noche sucede lo contrario), y por otra parte la densidad de flujo de calor es muy diferente en ambos periodos.
- Los puntos de medición (ver figura No. 8) fueron seleccionados tomando en cuenta los lugares donde se desarrollan actividades de mantenimiento de equipos o captura de datos operativos de la planta, cubriendo el área total de la misma. Cabe destacar que la secuencia de los puntos es tal que se efectuaron las mediciones desde los puntos mas "frescos" hacia los mas calientes. La descripción de estos puntos es la siguiente:

Puntos 1 al 6 : Corresponden a la sala de máquinas, donde se encuentran las 10 turbinas industriales, las cuales impulsan sus respectivos compresores. Este conjunto es el principal generador de calor de la zona.

Punto 7 : Corresponde a una zona despejada frente al taller mecánico, donde se efectúan trabajos de reparación y mantenimiento de bombas y donde se alojan equipos en tránsito hacia o desde tierra, tales como enfriadores atmosféricos. Esta zona no presenta fuentes generadoras de calor en su proximidad, a excepción del calor transferido por el piso de concreto, producto de las condiciones atmosféricas.

Puntos 8 al 13 : Se ubican en el área de depuradores y enfriadores. Las principales fuentes de calor provienen de las líneas de descarga de los compresores, los cuales

FIGURA No. 8
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN DE ESTRÉS CALÓRICO



Licencia Creative Commons:

117

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
 (CC BY-NC-SA 3.0 VE)

no están revestidos en esta zona, y del vapor generado por los enfriadores atmosféricos.

Punto 14 : Ubicado frente a las torres absorbedoras. En esta área no están presentes equipos que generen una cantidad representativa de calor, pero se seleccionó para abarcar una mayor diversidad de puntos de la planta.

Punto 15 : Este punto se ubica en la pasarela que comunica con la Isla de Distribución, anexa a la planta y no presenta cercanía a ningún equipo generador de calor. La única fuente térmica es el calor ambiental, por lo que se tomó como referencia de las condiciones térmicas propias de esta zona del lago de Maracaibo.

Puntos 16 - 17 : Se ubican en los pasillos situados en la parte inferior de la sala de máquinas, donde se alojan las líneas de succión y descarga de los compresores. Las fuentes de calor provienen principalmente del conjunto turbina/compresor ubicado en la parte superior. La línea de descarga de los compresores se encuentra revestida por lo que no representa en la actualidad una fuente generadora de calor.

Punto 18 : Ubicado frente al sistema de aceite hidráulico de control de la turbina T-3, junto a la torre de succión. La fuente de calor presente en esta zona la constituye la proximidad de la sección de combustión de la turbina.

Punto 19 : Se localiza frente a la sección de combustión de la turbina T-1A, expuesto a los escapes de aire caliente proveniente del mal sello de los combustores. Esta condición, presente en mayor o menor grado en todas las turbinas, es producto del deterioro a través de los años del sello entre los combustores y la carcasa de la turbina.

- La altura del trípode soporte de los sensores se ajustó de manera tal que los mismos permanecieran a una altura equivalente al tórax de las personas, de acuerdo con lo expresado en las normas COVENIN para condiciones homogéneas.
- Una vez ubicado el punto se colocó el trípode esperando un período de 5 minutos para que dichos sensores pudieran adaptarse a las condiciones del sitio, para no introducir interferencias o mediciones erróneas por las condiciones del punto de medición anterior al actual.
- Finalizado el período de 5 minutos, se tomaron las lecturas del programa mediante el reporte impreso por el aparato, anotando en este reporte la identificación del punto de medición, fecha y hora.
- Posteriormente se trasladaba el equipo a la nueva posición, repitiendo los pasos anteriores.
- Una vez efectuadas todas las mediciones, los datos fueron almacenados para el posterior cálculo de los períodos de trabajo/descanso permisibles en cada punto seleccionado.
- Dichos períodos de trabajo/descanso se calculan en base al índice TGBH y al calor metabólico de acuerdo al tipo de trabajo que se realice. En el caso de las mediciones nocturnas, se calculó el índice TGBH suponiendo condiciones de sombra. Como se indicó en el punto 2.2.3, solo para efectos de diferenciar ambos índices, se denominó al índice TGBH calculado en condiciones de sombra como TGBH1 y el calculado con exposición directa del sol como TGBH2.
- Los índices TGBH calculados se trasladan posteriormente a las figuras A.3.1a (período diurno) y A.3.1b (período nocturno) del anexo A.3, correspondiente a lo indicado por la norma COVENIN 2254-90, adicionándole la curva de los valores

techo indicada por la NIOSH. A manera de referencia, y como comparación con otras normativas o procedimientos, los resultados obtenidos fueron llevados también a las figuras A.3.2a (período diurno) y A.3.2b (período nocturno) referidas a los límites recomendados por NIOSH para exposición al calor para personas adaptadas al medio, y a la figura A.3.3 correspondiente al tiempo de tolerancia en función de la humedad y a la temperatura de bulbo húmedo, utilizada por la fundación MAPFRE.

- Dado que los trabajos en planta son variados, dependiendo de la especialidad del personal, y que coinciden con las categorías de liviano y moderado, se seleccionó este último como base del análisis por representar la condición mas rigurosa para el trabajador, es decir de mayor generación de calor metabólico, tomando como referencia un valor intermedio en el rango de calor metabólico estipulado por este tipo de actividad.

Los resultados de estas mediciones y cálculos se encuentran en la tabla A.3.1 del anexo A.3 y a continuación se muestra un ejemplo del cálculo indicado por la Norma COVENIN.

Si se selecciona el punto 3, correspondiente a la esquina noroeste de la sala de máquinas, se tienen los siguientes datos :

Temperatura de bulbo húmedo natural (Thn) : 30.0 °C

Temperatura de globo (Tg) : 31.1 °C

Utilizando la fórmula de índice TGBH, correspondiente a interior de edificaciones sin exposición directa a la energía solar, se tiene :

$$TGBH1 = 0.7 Thn + 0.3 Tg$$

$$TGBH1 = (0,7 \times 30,0 + 0,3 \times 31,1) \text{ ° C}$$

TGBH1 = 30.3 °C

Luego, considerando la categoría de trabajo liviano se obtiene de la figura A.3.1a del anexo A.3 un régimen trabajo/descanso de 22.1 minutos por hora.

3.2.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la ubicación en las figuras A.3.1a (período diurno) y A.3.1b (período nocturno), correspondiente a límites recomendados de exposición al calor para personas no adaptadas al medio, de los resultados obtenidos en la tabla A.3.1 (ver anexo A.3) se deriva lo siguiente:

- La dispersión de los resultados es mayor durante el período nocturno que durante el diurno, es decir, hay mayor homogeneidad de condiciones ambientales durante el día.
- Las mediciones nocturnas arrojaron índices superiores a los obtenidos durante el día, ubicándose estos principalmente en la sala de máquinas (puntos 1 al 6). Esto es debido a que en horas nocturnas el sentido del viento es desde los enfriadores hacia la sala de máquinas, por lo que las restricciones de ventilación ofrecidas por la estructura misma son mayores. Adicionalmente, el viento transporta los vapores generados en el proceso de enfriamiento hacia la sala.
- Analizando los resultados por áreas, se observa que por lo general aquellas de menores índices diurnos pasan a ser las de mayor índice nocturno, como es el caso de la sala de máquinas, aplicando también el caso contrario, como en el caso del área de depuradores. Esto indica que durante el día el área de mayor atención es el área de depuradores y espacios al aire libre con exposición directa al sol, mientras que de noche es el área de sala de máquinas.

- En general los resultados obtenidos se encuentran por debajo del valor máximo o techo, indicado por NIOSH (a excepción del punto 19), aunque por encima de los valores considerados como apropiados para trabajo continuo, tanto por COVENIN como por NIOSH, mas específicamente, sobre la línea de período trabajo/descanso de 15 minutos por hora.
- El punto 19 (frente a los combustores de la turbina T-1A) es una condición muy localizada y rebasa en gran medida los límites permisibles, aún de la escala gráfica. La exposición a esta condición es generalmente de carácter temporal producto del paso del personal durante sus recorridos de inspección, salvo en casos de trabajos a efectuarse en el sistema de enfriamiento de la turbina de potencia.
- El punto 15 (en el pasillo hacia la Isla de Distribución) merece especial atención ya que representa las condiciones ambientales normales del Lago de Maracaibo en el área donde se ubica la planta. El índice calculado para esta ubicación resulta ser el mayor para las mediciones diurnas, por la incidencia directa de la luz solar, y el menor para las mediciones nocturnas, debido a la continua brisa sin afectación de fuentes de calor. Según este resultado, el personal que ejecute actividades diurnas al aire libre solo debería trabajar alrededor de 8 minutos por hora (asumiendo la línea de exposición techo como cero minutos por hora) para no presentar los efectos al organismo, ya mencionados anteriormente, mientras transcurra un período de adaptación el cual puede emplear hasta siete días.

A manera de referencia, analizando ahora los índices trasladados a las figura A.3.2a (período diurno) y figura A.3.2b (período nocturno), pero esta vez correspondientes a límites de exposición recomendados por la NIOSH para personas adaptadas al medio, se tiene que los límites de exposición son ahora superiores a los anteriores, por lo que una mayor cantidad de puntos se ubican bajo la línea de los 15 min/hora, llegando inclusive hasta alrededor de 40 min/hora. Esto es motivado a que la NIOSH considera que el trabajador ya ha pasado por un período de adaptación y que su organismo ha

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

alcanzado un balance entre las funciones metabólicas y las condiciones a su alrededor. Podría interpretarse esta situación como algo más representativa de nuestro medio ya que por muchos años se han estado realizando operaciones en la zona sin antecedentes que indiquen alguno de los efectos mencionados en el punto 2.2.1. Sin embargo, no sería apropiado discernir sobre estos límites ya que no están aprobados por nuestras normativas.

Adicionalmente, en la figura A.3.3 se sugieren períodos de trabajo mediante una relación entre la humedad relativa del ambiente y la temperatura húmeda del aire (temperatura de bulbo húmedo). Trasladando los valores obtenidos se observa lo siguiente:

- La gran mayoría de los pares humedad relativa y temperatura de bulbo húmedo no se interceptan en la gráfica, debido a los altos valores de humedad presentes en el Lago (normalmente superior a 70%) y a la continua brisa presente en el mismo por la cercanía entre los cuerpos de agua y tierra. Sin tomar en cuenta al punto 19, condición muy particular como se dijo anteriormente, no se detectan limitaciones en cuanto al tiempo de trabajo por lo que a condiciones de humedad se refiere.
- Los únicos puntos que pueden ser ubicados en la gráfica corresponden a los puntos 4 y 18 en el período nocturno, arrojando valores aproximados de 2.3 y 1.7 horas de trabajo, respectivamente.

3.3.- VIBRACIÓN

3.3.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

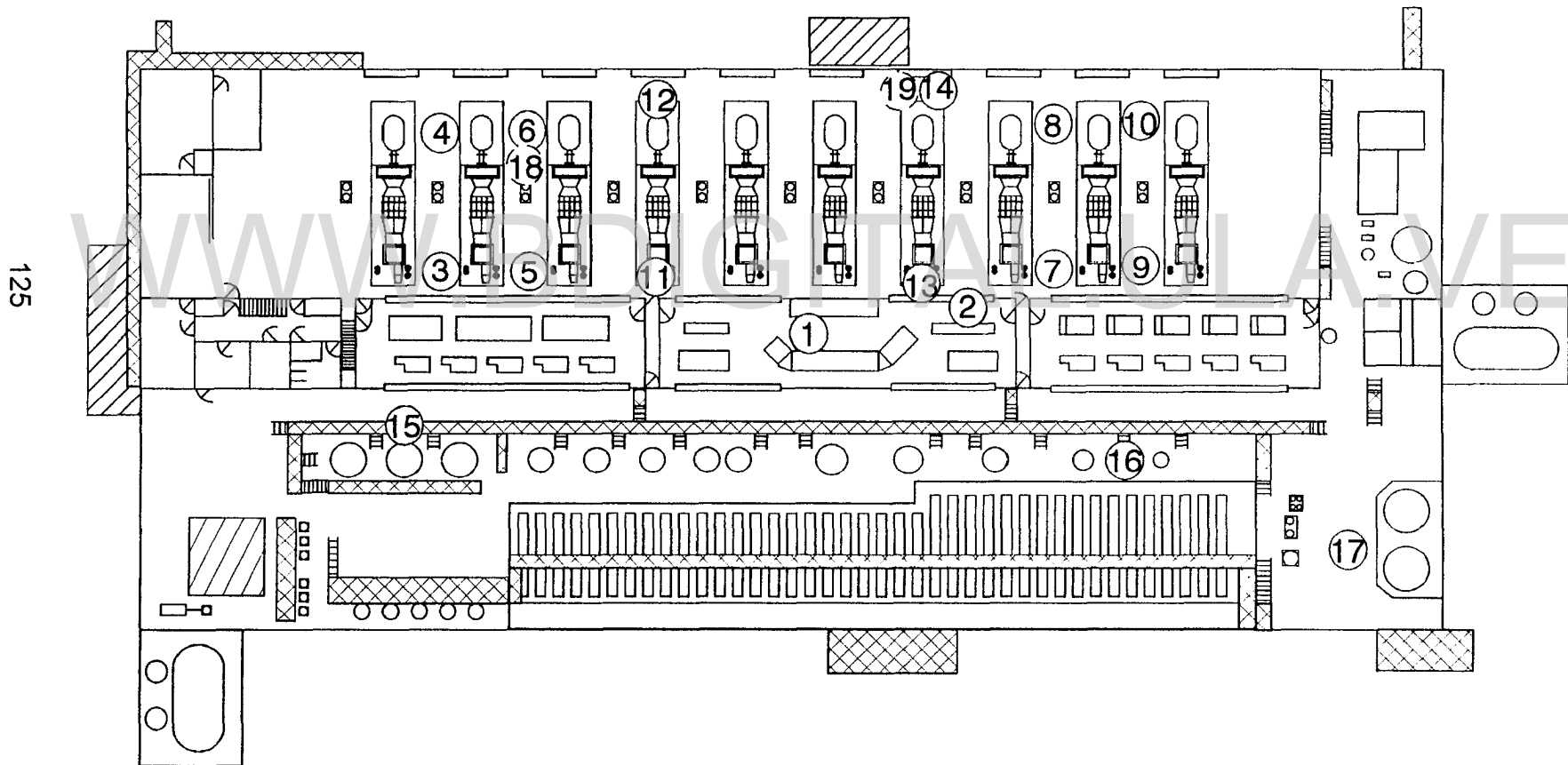
Ya que la norma COVENIN (2255-91) no especifica un procedimiento específico para este tipo de medición, por lo que el procedimiento seguido se basó en la experiencia del personal de la Sección de Higiene Industrial.

Inicialmente se realizó un recorrido por la planta a fin de determinar las fuentes principales de vibración, las cuales se limitan, en este caso, al funcionamiento de equipos rotativos y a la producida por el flujo de gas a través de las tuberías y recipientes, debido a los constantes cambios de dirección producto del congestionamiento de los equipos.

En base al recorrido anterior, se realizó una selección de puntos de medición basados en las áreas de permanencia o tránsito normal del personal. Estos puntos se indican en la figura 9, y se describen a continuación:

- **Sala de control central:** Se tomaron dos puntos de medición, cada uno en las posiciones habituales de la persona que allí labora, uno "parado" frente a los tableros y el otro "sentado" a nivel de escritorio.
- **Sala de máquinas:** Medición entre las máquinas T-1A y T-1B, T-1B y T-1C, T-5 y T-6, T-6 y T-7, a nivel de las succiones y descargas, frente a los manómetros de lectura. En la misma sala se evaluaron cuatro puntos adicionales, dos del lado del compresor y dos del lado turbina en las máquinas T-2A y T-4.
- **Área de depuradores:** Se evaluaron dos puntos, uno a nivel del pasillo central de acceso a los depuradores y otro entre los depuradores S-6 y S-7.

FIGURA No. 9
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN DE VIBRACIÓN



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

- **Área de las torres absorbedoras:** Un punto evaluado frente a los registradores principales de dicha área.
- **Área inferior a la sala de máquinas:** En el pasillo principal frente a la base del compresor de la máquina T-4 y en el pasillo lateral entre las bases de T-1B y T-1C.

En cada uno de los puntos seleccionados, las vibraciones rectilíneas transmitidas al hombre por los equipos y estructuras presentes, fueron medidas en las direcciones apropiadas de un sistema ortogonal de coordenadas que se corresponde con los ejes anatómicos del cuerpo humano; las aceleraciones en el eje longitudinal pie a cabeza fueron designadas como Az, el eje anteroposterior o pecho a espalda Ax y el eje lateral o de derecha a izquierda, Ay.

Las mediciones en el eje Az se efectuaron colocando el sensor en el piso, parándose la persona sobre él en el caso de mediciones en posición de pie, y en el asiento de la silla y sentándose sobre él en el caso de posición sentada.

Para las mediciones en el eje Ax y Ay, el sensor fue ajustado mediante una correa, a nivel de pecho, para ambas posiciones: de pie y sentado.

El tiempo de medición para cada ubicación y posición fue de 12 minutos, tomándose lecturas parciales al minuto, a los tres y a los seis minutos. Esto se realizó para verificar la tendencia respecto al tiempo, para finalmente tomar un promedio de las mediciones efectuadas. En algunos puntos adicionales de monitoreo, tomados posterior a la fecha de toma de los primeros datos, solo se llegó hasta los seis minutos de medición debido al conocimiento de la uniformidad de las medidas, considerando que no era necesario extender el tiempo hasta los 12 minutos. Los datos tomados abarcaron tanto el porcentaje de exposición equivalente como el nivel de vibración continua equivalente y nivel pico alcanzado.

Posteriormente con los datos obtenidos de cada punto, se procedió al cálculo de la aceleración eficaz (ver tabla A.4.2 en el anexo A.2) a la cual está expuesto un trabajador en la planta, para ello se presenta el siguiente ejemplo:

Seleccionando el punto 4 correspondiente a la medición realizada entre las máquinas T-1A y T-1B del lado compresor, el equipo arrojó los siguientes datos :

Nivel de vibración continua equivalente Leq (dB)			
Tiempo (min)	X	Y	Z
1	111	109	120
3	109	108	120
6	108	110	120
12	108	110	118

Con estos datos se obtiene una media aritmética por eje y se convierte a unidades de aceleración mediante la fórmula:

$$a = 10^{\frac{Leq}{20} - 6}$$

donde *Leq* está expresada en dB y *a* en m/seg².

Posteriormente se calcula el valor eficaz o RMS de estas aceleraciones mediante la fórmula:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

y se traslada el valor de aceleración obtenido a la figura A.4.1, leyéndose el tiempo de permanencia recomendado.

Los resultados de estas operaciones se indican a continuación:

Licencia Creative Commons:

	X	Y	Z
Promedio por eje (dB)	109	109	120
Aceleración (m/seg²)	0.28	0.28	0.94

El valor RMS de la aceleración es:

$$a = \sqrt{(0.28)^2 + (0.28)^2 + (0.94)^2} = 1.03 \text{ m/seg}^2$$

Con este valor se obtiene un tiempo aproximado de 1.3 horas recomendadas de exposición diarias para la vida laboral del individuo.

3.3.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Analizando los valores obtenidos del equipo (ver tablas A.4.1 y A.4.2 en el anexo A.2), puede decirse que la vibración transmitida en los ejes Ax y Ay es muy inferior a la transmitida a través del eje Az, esto pudo deberse a que en el método de medición aplicado se haya incorporado algún error producto del movimiento de la persona que efectuaba la medición en ese momento.

La aceleración eficaz entre todos los puntos varía de 0,61 a 1,32 m/seg². Estos valores corresponden a un rango de exposición máxima diaria entre 0,9 a 3 horas. Puesto que la planta en general presenta estos niveles de vibración y que los trabajadores permanecen en la misma durante 8 horas continuas de trabajo, se puede notar que este riesgo puede acarrear los efectos mencionados anteriormente al personal asignado a la planta.

A continuación se realiza una discusión por áreas:

- **Sala de control central (puntos 1 y 2):** Los valores de aceleración comprendidos entre 0,88 y 0,98 indican tiempos de exposición entre 1,3 y 1,6 horas al día. Se puede notar que el efecto de la vibración en esta zona es bastante marcado por la proximidad a las máquinas.

- **Sala de máquinas (puntos 3 al 14):** En las mediciones efectuadas en los pasillos entre las máquinas (puntos 3 al 10) se obtuvieron valores de aceleración eficaz entre 0,88 a 1,03 m/seg², correspondientes a 1,6 y 1,3 horas de exposición máxima en estos puntos. Los tomados frente a la turbina y al compresor (puntos 11 al 14) alcanzaron valores mas altos que variaron entre 1,11 y 1,32 m/seg², correspondientes a tiempos de 0,9 a 1,2 horas. Esto se debió principalmente a un incremento en los valores de vibración en los ejes Ax y Ay, lo cual parece ser producto del movimiento mismo de la persona que efectuaba la medición, ya que los valores de aceleración en Az permanecieron en el mismo rango que los demás puntos.

- **Área de depuradores (puntos 15 y 16):** En estas áreas se obtuvieron valores relativamente mas bajos que los anteriores, 0,88 y 0,61 m/seg², respectivamente, con tiempos de exposición continua de 2 horas para el punto 15 (pasillo de acceso a depuradores) y de 6 horas para el punto 16 (entre depuradores S-6 y S-7).

- **Área de torres absorbedoras (punto 17):** La aceleración eficaz es de 0,61 m/seg² para un tiempo de exposición diaria continua de 3 horas.

- **Área inferior a la sala de máquinas (puntos 18 y 19):** Ya que se encuentran justo abajo de la principal fuente generadora de vibración, los valores alcanzados se encuentran entre los mas altos, 1,12 y 1,11 m/seg² respectivamente, con tiempo de exposición de 1.1 horas, aproximadamente.

Aún cuando algunas de las mediciones efectuadas pudieran reflejar la influencia de la persona al moverse en el sitio de medición en las mediciones en los ejes Ax y Ay, la vibración en todas las estructuras de la planta es palpable. Esto se debe a que todos sus equipos descansan sobre dos plataformas de concreto, por lo que la vibración es transmitida fácilmente de un lugar a otro, cosa que no sucede en instalaciones ubicadas en tierra firme donde el suelo amortigua parcialmente dicha vibración.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

3.4.- ILUMINACIÓN

3.4.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

- Las mediciones se efectuaron en horas nocturnas, ya que ello representa la condición más desfavorable de iluminación. De día, aún cuando un gran porcentaje del área de la planta esta techada, la gran cantidad de aberturas (ventanas, puertas, tragaluces, etc.) permite el ingreso de luz solar, favoreciendo la visibilidad.
- Los puntos de medición fueron seleccionados en base a las áreas de presencia normal o rutinaria del personal, incluyendo además las zonas de presencia esporádica ante situaciones emergentes. Estos puntos se encuentran plasmados en el anexo A.5, referenciados con los mapas cuadrículados del anexo A.1.
- En general, las mediciones se realizaron en dos fases: la primera, en donde se evaluó la iluminación a nivel de piso en pasillos, escaleras y áreas en general, colocando el luxómetro en posición horizontal, tratando de conservar una distancia aproximada de 3 metros entre cada punto, como lo recomienda la Norma COVENIN 2249-91, prestando especial atención en los puntos situados entre lámparas y en la ubicación de los equipos. En escaleras se tomaron tres puntos de medición, inicial, intermedio y final, en las escalerillas sólo puntos inicial y final. En la segunda fase, se realizaron mediciones a nivel de equipos e instrumentos de medición. En este último caso, el luxómetro fue colocado en posición vertical de acuerdo con la forma de lectura del instrumento y a la altura del mismo.
- En la sala de máquinas, se realizó una selección de puntos tomando como referencia las máquinas mismas, tanto en el pasillo de lado turbina como del pasillo de lado compresor, tomando adicionalmente un punto intermedio entre máquinas.

- En el pasillo central bajo la sala de máquinas, las mediciones fueron hechas a nivel del piso en puntos situados cada 2 metros y en los pasillos laterales a éste en tres puntos, inicio, intermedio y final.
- Dado que el pasillo del área de depuradores consta de escalerillas alternas de acceso a los equipos, distanciadas entre 2 y 4 metros una de otra, las mediciones en estos puntos se hicieron al inicio (paseo central) y al final de las escalerillas (suelo).
- En las oficinas, talleres y comedor, las mediciones fueron tomadas a nivel de los escritorios, bancos de trabajo y mesas.
- En las plataformas de atraque se tomaron lecturas a nivel de escaleras y puntos extremos de las planchadas.
- En la sala de control central y salas duplex la medición fue hecha a nivel del piso, tablero y consolas.
- En la plataforma de distribución y en la plataforma que contiene las bombas apaga fuego, las mediciones se realizaron a lo largo de los pasillos, a nivel de válvulas e instrumentos de medición.
- Las áreas ocasionalmente visitadas comprenden el pasillo posterior a los enfriadores, pasillo entablado ubicado sobre los enfriadores y las salas de resistencias. En los dos primeros, la medición fue hecha a nivel del piso y en el tercero, se midió a nivel de estantes y escaleras de acceso.

Los resultados de estas mediciones están tabuladas en el anexo A.5, referenciadas por los mapas cuadrículados del anexo A.1.

3.4.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las condiciones de iluminación existentes en los diferentes niveles de la Planta, están sujetas a variaciones diarias, puesto que las lámparas trabajan 24 horas continuas, presentando una alta tasa de fallas, además que el programa de reemplazo de bombillos está condicionado a las actividades que se desarrollen en la planta en ese momento, por lo que no es llevado a cabo en forma consistente. Para el momento de la medición, la situación fue la siguiente:

NIVEL 1

- **Área inferior a la sala de máquinas:** El pasillo principal se encuentra bien iluminado salvo ciertos puntos en donde las lámparas están dañadas o con la cubierta sucia de polvo y vapores de aceite. Los pasillos intermedios presentan una situación similar: unos tienen buena iluminación y otros presentan problemas como es el caso del pasillo entre T-3 y T-4, en donde la iluminancia es nula.
- **Área de depuradores:** El pasillo central de depuradores consta de lámparas espaciadas cada 10 metros y en general, la iluminación en éste cumple con la norma, excepto un pequeño tramo que tiene una lámpara dañada. Lo mismo no sucede con los manómetros y visores de nivel en los depuradores, en donde ninguno de estos cumple con la iluminación requerida para sus respectivas lecturas. Las escalerillas de acceso a los depuradores, en su mayoría, no cuentan con la iluminación necesaria para estos sitios. El pasillo posterior a los depuradores presenta un punto deficiente de iluminación debido a la sombra que producen los depuradores S-0A, S-0B y S-0C. En el pasillo de bombas la iluminación es bastante deficiente puesto que solo está alumbrado por los reflectores y lámparas ubicadas en el pasillo posterior a los enfriadores. En este último, incluyendo la planchada de cloro y en el pasillo sobre enfriadores la iluminación es deficiente o inexistente en ciertos puntos.

- **Área de Torres absorbedoras** : En general, esta área presenta deficiencias en las iluminarias a nivel de piso e instrumentos de medición en su parte frontal, posterior y en la planchada de lanzacochinos.

- **Área de Servicios** : El área bajo techo tiene buena iluminación a nivel rasante de las máquinas, no así a nivel de los manómetros verticales, donde es muy baja debido a la ubicación de las lámparas. En el área descubierta existen muchos puntos de poca o nula iluminación, producto de la falta de lámparas en la parte posterior de los compresores. En los dos tambores de venteo, de alta y de baja, la iluminación no cumple con la norma, debido a la sombra que proyectan los equipos y que la distancia a los reflectores es bastante marcada.

- **Área Taller Mecánico** : En el taller mecánico y en el comedor la iluminación no es la adecuada para ejecutar las actividades que allí se realizan. El baño y el área de tránsito de enfriadores presentan puntos deficientes de luz al igual que el pasillo este que bordea la estructura, donde un solo reflector ubicado en el tercer nivel es el único que cubre el sitio.

NIVEL 2

- **Área de Sala de Máquinas** : La iluminación en los pasillos de esta zona está por debajo de la mínima necesaria para áreas de turbinas establecidas por la norma (turbinas de generación eléctrica), en consecuencia, a nivel de instrumentos los valores están muy por debajo de 50 lux, presentándose una condición bastante crítica, producto todo esto a que de 81 lámparas en la sala, 19 están parcial o totalmente quemadas.

- **Área de Reparación de las Turbinas** : Todos los puntos medidos no cumplen con los 150 lux necesarios para poder realizar los trabajos que se llevan a cabo en esta

zona, lo cual hace necesario que en la actualidad, el personal use lámparas portátiles.

- **Salas de Control** : La condición es crítica para la sala de control y las salas dúplex, porque todas las mediciones a nivel de piso, tableros, consolas y paneles de control en estos sitios se encuentran muy por debajo de los valores establecidos para el tránsito de personal y control de instrumentación en este tipo de áreas. La sala de control posee 28 lámparas de las cuales 2 están dañadas y 16 parcialmente dañadas. La sala dúplex este tiene 19 lámparas en total, 6 dañadas y 6 parcialmente dañadas y la sala duplex oeste consta de 17 lámparas, entre ellas 8 dañadas y 1 quemada.
- **Oficinas**: Toda el área de oficinas (Oficina proyecto, Oficina mecánico, pasillo y Baño) presentan buena iluminación, tanto a nivel de piso como de mesas de trabajo.
- **Taller Instrumentistas** : Presenta 5 lámparas en total, con una parcialmente quemada, pero la iluminación medida es suficiente para el desempeño de los trabajos a nivel de bancos de trabajo.

NIVEL 3

- Tanto el taller de electricistas (6 lámparas, 1 dañada) como las oficinas de Supervisor y de Ingeniería (4 lámparas, 1 parcialmente dañada) ubicadas en este nivel, señalan tener una iluminación óptima para que el personal pueda llevar a cabo actividades propias de cada uno de estos sitios, a pesar de que del total de lámparas que ellos poseen, una está dañada o parcialmente dañada. Los pasillos y escaleras de acceso a estos lugares también presentan una buena iluminación.
- Ambas salas de resistores, este y oeste, tienen una iluminación superior a los 10 lux establecidos en la norma, sin embargo, la sala de entrada de aire de las turbinas, la

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

cual comunica a los dos recintos mencionados anteriormente, tiene muy poca iluminación, ocasionando que el acceso a alguna de las salas por este sitio sea bastante dificultoso.

PLATAFORMAS DE PROCESO

- La Plataforma del D-1 tiene deficiencia de iluminación casi en su totalidad y la condición se agrava para la medición de instrumentos. El pasillo de acceso a esta plataforma esta provisto de 2 lámparas, una a su inicio y la otra en la parte intermedia, esta última esta quemada y por consiguiente la mayor parte del pasillo permanece a oscuras.
- El pasillo entre el D-1 y la isla de distribución, consta de 2 bombillos, uno de los cuales funciona deficientemente, esto arroja valores bajos de luz en ciertos puntos.
- La isla de distribución esta iluminada por reflectores (torres) en sus cuatro esquinas, dos de ellos, situados uno al noroeste y otro al suroeste se encuentran quemados, esto, junto con la sombra que producen las tuberías en pasillos e instrumentos de la isla hace que la iluminación actual en toda esta área sea muy baja.
- En el pasillo que une la isla con el múltiple MLL-604-A están ubicados tres bombillos en perfecto estado los cuales brindan una buena iluminación al mismo, esta situación es diferente en el M-LL604-A, en donde sólo se cuenta con una torre con dos reflectores ubicada en un extremo y un bombillo en el cruce de pasillos que no abastecen toda el área y en consecuencia, falta iluminación a nivel piso, válvulas, manómetros, escalerillas y pasillo superior del múltiple.

PLATAFORMAS DE ATRAQUE

- Ambas plataformas, de materiales y de personal, no tienen iluminación suficiente para llegar a los 10 lux mínimos en la mayoría de los puntos medidos (extremos de las planchadas y escaleras de acceso), lo cual puede crear una situación aparatosa para el manejo de materiales, equipos y transporte de personal en horas nocturnas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

3.5.- RADIACIONES IONIZANTES

3.5.1.- PROCEDIMIENTO

Realmente no se dispone de un procedimiento normado para la determinación de la exposición ante una fuente de este tipo, como lo es algunos tipos de crudo. Sin embargo, el procedimiento aquí descrito recoge los lineamientos seguidos durante la medición:

- En general, las mediciones fueron efectuadas en líneas o recipientes donde circulara gas o productos condensados del mismo, tratando de mantener el sensor a una distancia aproximada de 1 cm. de la superficie de la tubería o recipiente.
- En el caso de tuberías, se prestó especial atención a los puntos de cambio de dirección o perturbación del flujo, tales como codos, válvulas y bridas.
- En el caso de recipientes, básicamente depuradores y torres absorbedoras, el sensor se colocó en la parte inferior del mismo con el objeto de detectar posibles radiaciones en los productos condensados del gas.
- Dado que las lecturas indicadas por el instrumento de medición presentaban oscilación, se tomó como resultado final un promedio apreciativo entre los valores máximos y mínimos alcanzados.
- Si bien la Planta presenta sólo tres corrientes de entrada (gas del área de Bachaquero hacia las torres absorbedoras, gas desde las estaciones de flujo hacia el proceso de compresión y aceite pobre para el proceso de absorción desde GLP-1 en circuito cerrado), se efectuaron mediciones en diferentes puntos de todo el proceso a fin de detectar posibles acumulaciones de radiación.

- Los valores obtenidos se compararon con la norma COVENIN 2257-95 para determinar el grado de exposición a este riesgo. Los resultados de dicha comparación se muestran en la tabla A.6.1 , anexo A.6.

3.5.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

La exposición de los trabajadores a este riesgo se presenta en los recorridos de revisión de la planta, los cuales se efectúan cada 2 horas y tienen una duración aproximada de 20 a 30 minutos. De acuerdo a esto, el tiempo de exposición es de 2 horas por jornada de trabajo, totalizando 730 horas al año.

Los resultados obtenidos en las mediciones indican valores de radiación que fluctúan entre 0,006 y 0,017 mRem/hora, los cuales son inferiores a la tasa de exposición máxima permisible de 0,10 mRem/hora, para un tiempo de permanencia de 1000 horas/año que señala la norma. Esto conduce a considerar que las radiaciones ionizantes presentes en la planta, no representan efectos adversos al personal que en ella labora, y que las lecturas tomadas representan niveles de radiación propios del ambiente.

3.6.- RADIACIONES NO IONIZANTES

3.6.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Las lecturas de la densidad de flujo fueron tomadas frente a los equipos generadores de ondas electromagnéticas, tales como transformadores, paneles de control y videoterminals. Estos puntos de medición corresponden a:

Sala dúplex oeste:

- Sistema de protección catódica (puntos 1 y 2)
- Cargador de baterías y rectificador (punto 3)

Sala dúplex este:

- Tablero microprocesador (punto 4)
- Regulador (punto 5)

Plataforma de transformadores de bombas contra incendio:

- Transformador lado este (punto 6)
- Panel de interruptores (punto 7)

Plataformas de bombas:

- Sistema de protección catódica (punto 8)
- Panel de control de la bomba eléctrica del sistema contra incendio (punto 9)

Sala de resistores este:

- Resistor No. 1 (punto 10)
- Transformador (punto 11)

Sala de control:

- Videoterminals (punto 12)

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial 140 Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

El detector de radiaciones fue colocado en la posición en donde el operador se encuentra expuesto al campo, a nivel de tres partes del cuerpo: cara, pecho y caderas (gónadas).

Las densidades transmitidas a cada una de las partes expuestas fueron medidas en las direcciones de un sistema ortogonal de coordenadas, designando como Bz al eje longitudinal pie-cabeza, Bx al eje anteroposterior pecho-espalda y By al eje lateral derecha-izquierda.

Posteriormente, los datos tomados por zona de cuerpo fueron transformados a un único valor de radiación mediante la fórmula:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

expresada en miligauss, para luego ser convertidos a miliTesla (dividiendo entre 10000).

Finalmente, dado que el instrumentos solo mide ondas ELF (Extremly Low Frequency), en un rango de 30 Hz. a 2 KHz., se comparó el resultado final con el indicado por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) la cual indica:

Rango de frecuencia (f)	Límite de exposición (mT)
1 Hz. a 300 Hz.	$B = \frac{60}{f}$
300 Hz. a 30 KHz.	0.2

Como se desconoce la frecuencia de las ondas emitidas por los equipos de la planta, se utilizó el rango de frecuencia para el cual el medidor es apto (30 Hz. a 2 KHz.) para

hallar un rango de valores límite, es decir, para frecuencias de 30 Hz. el límite de exposición es de dos (2) mT y para 2000 Hz. el límite es 0.2 mT. Si los valores medidos se encuentran por debajo de 0.2 mT se considera que las radiaciones no representan un riesgo potencial para el personal.

3.6.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos en la tabla A.7.1, anexo A.7, se tiene que aún el punto 4, correspondiente al tablero microprocesador ubicado en la sala dúplex este, que presentó el valor mas alto (0.019 mT) no sobrepasa el valor de 0.2 mT por lo que en general las radiaciones emitidas por los equipos estudiados en la planta no representan riesgo para el personal de la planta en el rango de frecuencias para las cuales el equipo de medición es apto.

Adicionalmente, de la misma tabla se puede observar que los equipos que emiten una mayor radiación, aparte del tablero microprocesador mencionado, son el regulador ubicado en la sala dúplex este (punto 5) y el transformador ubicado en la sala de resistores este (punto 11).

3.7.- PRODUCTOS QUÍMICOS

3.7.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

La primera fase de esta evaluación consistió en obtener, mediante conversaciones con el personal de la planta, el listado de los productos que comúnmente se utilizan en la misma.

Posteriormente, mediante los archivos y bibliografía de la sección de Higiene Industrial, se ubicaron las especificaciones técnicas de cada uno de estos productos en lo que respecta a propiedades, características, forma de transporte, almacenamiento, aplicación y manipulación y los equipos de protección personal requeridos.

Con esta información se consultó nuevamente al personal de la planta a fin de determinar la forma como estos productos eran utilizados en planta y sobre los equipos de protección utilizados.

Estas dos fuentes de información fueron comparadas a fin de determinar las posibles desviaciones entre lo recomendado y lo realizado normalmente en campo.

3.7.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

De la información suministrada por el personal de la planta, se determinó que los productos químicos utilizados normalmente son el NALCO 3905, el sulfato ferroso, el ENFORCE, el MAGNACIDE B y anteriormente el cloro. En el anexo A.8 se indican sus propiedades y características, mediante la hoja técnica de evaluación de cada uno de ellos, y a continuación se explica su uso y manipulación.

- **NALCO 3905:** utilizado como inhibidor de corrosión. Se inyecta continuamente al gas mediante una bomba reciprocante en la línea de descarga de los compresores de segunda a séptima etapa, previo al ingreso en los enfriadores atmosféricos, y en

Licencia Creative Commons:

143

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

la línea de suministro de gas al sistema de levantamiento artificial. El transporte de este producto se realiza mediante gabarras que distribuyen el producto a granel. Estas gabarras disponen de una bomba que trasiega el producto a dos tanques atmosféricos existentes en la planta: uno para inyección al sistema de levantamiento artificial (ubicado en la plataforma del depurador recolector de condensado de alta presión D-1) y otro para la inyección al proceso de compresión (ubicado frente a las torres absorbedoras). Bajo las condiciones actuales de manejo del producto, este no representa un riesgo potencial para la salud de los trabajadores ya que el contacto con él, bajo operación normal, es mínimo. Sin embargo, en las ocasiones cuando se estén realizando las labores de conexión entre la gabarra y la planta, para efectuar el llenado de los tanques, pudiera darse el caso de un derrame por líquidos atrapados en las líneas. En lo que respecta a emanación de vapores, estos se generan a partir de 45 °C pero los dos tanques de productos se encuentran al aire libre y las áreas presentan buena ventilación, por lo que no representan una fuente significativa de riesgo. Las actividades relacionadas con mantenimiento y operación de este sistema se realiza bajo contrato con la empresa NALCO.

- **SULFATO FERROSO:** se utiliza para formar una capa protectora exterior sobre los tubos de los enfriadores atmosféricos. Este producto se transporta en bolsas plásticas de 25 Lbs. y actualmente se almacena al pie de las torres absorbedoras, protegido bajo una estructura soporte de unidades de aire acondicionado. El producto se mezcla con agua del lago en un recipiente cilíndrico horizontal mediante un agitador y posteriormente se inyecta a la línea de agua de enfriamiento de los intercambiadores, a una frecuencia de tres veces por semana. Las principales vías de penetración la constituyen la inhalación y la ingestión. Ya que se trata de un producto sólido, la inhalación es la vía mas factible de penetración por la generación de polvos del producto, magnificado por la continua brisa del área, además del contacto con los ojos. Sin embargo, no se utiliza ningún tipo de protección durante la preparación de la mezcla

- **ENFORCE:** utilizado como desengrasante de superficies metálicas, concreto y otras superficies. Para limpieza general de la planta se hace una dilución con agua. Su uso varía de acuerdo al tipo de trabajo que se esté ejecutando en planta. El producto es presentado en tambores de 208 Lts. y de allí se hace el trasegado manual a recipientes de menor volumen, utilizando solo guantes de carnaza para esta operación. Este es el momento de la manipulación que debe ser efectuado con mayor cuidado Normalmente se almacenan en el área techada de la planchada de materiales.
- **MAGNACIDE B:** se utiliza como agente biocida de caracoles y algas que se forman en las tuberías y bandejas de agua de enfriamiento de los intercambiadores atmosféricos. El Magnacide B se suministra en cilindros (con un peso neto de 370 Lbs.). El sistema de inyectar el producto es "manual", es decir, se usa la presión de nitrógeno comprimido para inyectarlo a la línea de agua de enfriamiento de los intercambiadores atmosféricos. Esta inyección se realiza tres veces a la semana en horas diurnas. Actualmente se encuentra en período de prueba, en sustitución de la inyección de cloro para el mismo propósito. Tanto el transporte, manipulación, mantenimiento y operación del sistema se realiza con personal contratado de la empresa distribuidora (BAKER). Por sus características, este es la mayor fuente potencial de riesgo que presenta la planta en la actualidad.
- **CLORO:** aún cuando actualmente no se esté utilizando, por las razones mencionadas en el producto anterior, no está completamente determinada su sustitución por lo que se creyó conveniente su inclusión en el análisis. Este producto se distribuye en cilindros de 2000 Lbs. y son colocados y retirados directamente por una gabarra grúa en una plataforma ubicada al lado norte de la planta, detrás de los enfriadores atmosféricos, con una capacidad de almacenar tres cilindros. El cambio de conexión del cilindro vacío al cilindro lleno era realizado por el personal de la planta y, aún cuando cuentan con el equipo de aire autocontenido para esta operación, en ocasiones no era utilizado por el operador. Adicionalmente, la planta

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

cuenta con el equipo para el control de fugas. El cloro era aplicado a los enfriadores a razón de 2 veces por semana, durante el período nocturno, para minimizar el número de personas expuestas.

En general, la planta no dispone de suficientes duchas de emergencia ni lava ojos, contando solo con una en el tercer nivel próxima al cuarto de baterías y otra en la planchada de cloro.

Adicionalmente, por las conversaciones sostenidas con el personal de la planta, no es una práctica generalizada el uso de equipos de protección personal.

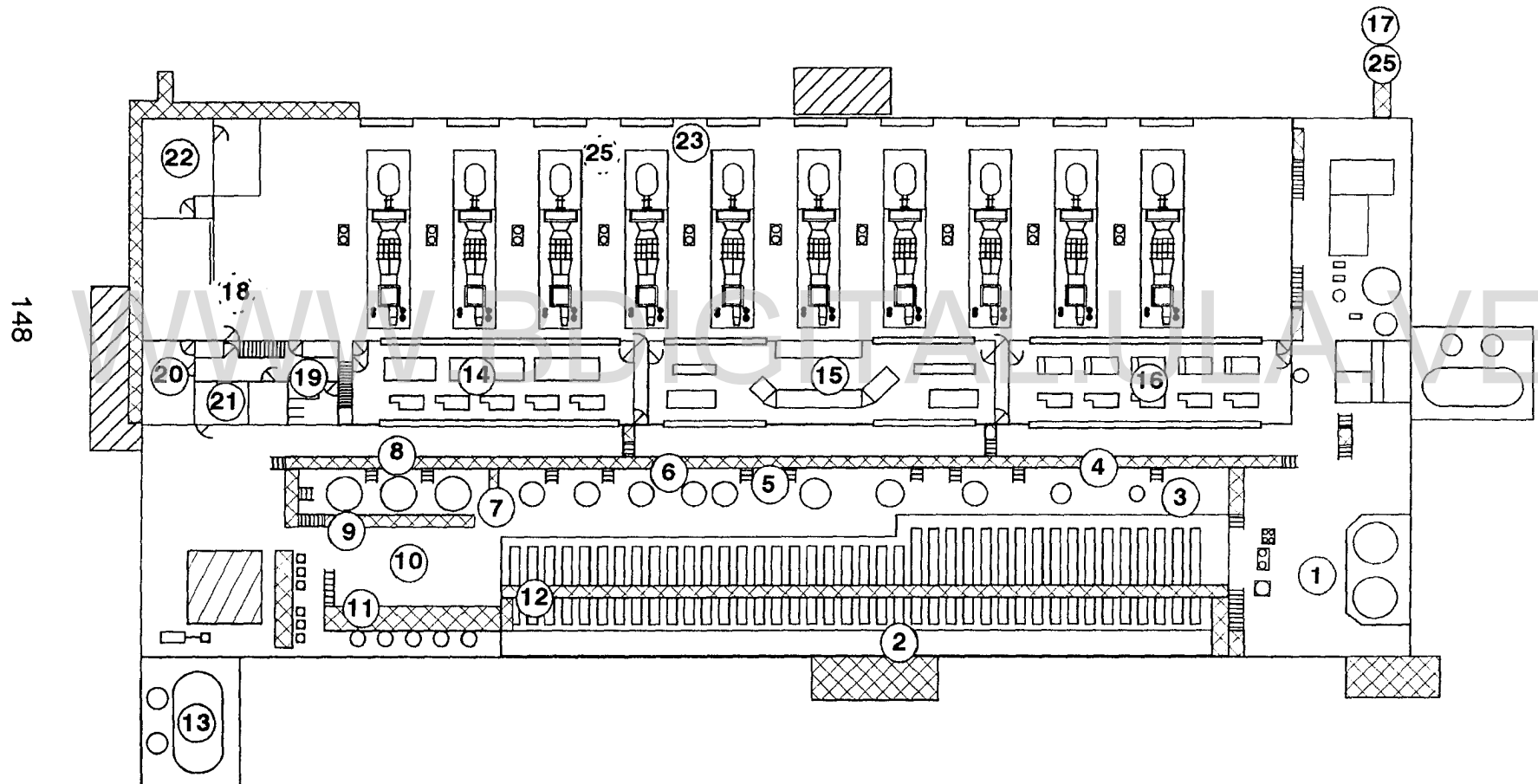
WWW.BDIGITAL.ULA.VE

3.8.- GASES

3.8.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

- En vista de la variación en la dirección del viento en los períodos diurno y nocturno, la presencia de gases fue determinada en ambos períodos para constatar posibles acumulaciones de los mismos en algún área específica.
- Las áreas a estudiar se seleccionaron en base a la presencia de equipos y/o tuberías que transportaran o almacenaran gas natural o sus productos condensados. La ubicación de estas áreas se observa en la figura 10 mientras que los resultados se muestran en la tabla A.9.1 del anexo A.9.
- Una vez seleccionado el sitio se recorrió el lugar variando la altura del instrumento de medición y aproximándolo a los lugares de posibles fugas de productos tales como válvulas, bridas e indicadores de nivel, entre otros. En caso de ambientes cerrados con sistema de ventilación forzada, el instrumento fue orientado a la entrada de aire para verificar la presencia de gases en la corriente de aire.
- Las células sensoras se orientaron enfrentadas a la brisa presente, o en dirección del movimiento, tomando la precaución de no obstaculizar las mismas durante la sujeción.
- Finalizado el recorrido se tomaron las mediciones máxima y mínima de cada elemento estudiado (CH_4 , SO_2 , CO y H_2S).
- Al cambiar de área de estudio, el instrumento se apagaba para borrar los datos almacenados en su memoria y se colocaba en servicio nuevamente en la siguiente área seleccionada, repitiendo el proceso.

FIGURA No. 10
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN DE GASES



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

3.8.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

En general se detecta la presencia de metano en todas las áreas de la planta producto de fugas provenientes principalmente de los enfriadores atmosféricos, donde se detectaron altos niveles (hasta 44 %LEL), específicamente sobre los enfriadores de la etapa 1A (punto 12), debido a fugas en el encastre carcaza-tubo (En visitas posteriores a la planta se observó que uno de los tres enfriadores de esta etapa había sido retirado por exceso de tubos condenados). Igualmente, en las mediciones nocturnas se detectaron altos niveles de gas tanto sobre los enfriadores como en la zona de depuradores (puntos 3 al 6), ya que de noche el viento arrastra los gases desde los enfriadores hacia el interior de la planta. Por este mismo efecto, las concentraciones de gases en los pasillos bajo la sala de máquinas (punto 25) resultaron superiores en el periodo nocturno. En lo que respecta a límites de exposición, las normativas consultadas (COVENIN y ACGIH) no indican un valor máximo pero si alertan sobre la posibilidad de asfixia por desplazamiento del oxígeno.

Las mediciones de dióxido de azufre (SO_2) solo resultaron positivas sobre los enfriadores de la etapa 1A y en el área entre los depuradores S-2B y S-3, coincidiendo con las áreas donde se alcanzaron los mayores niveles de metano, llegando a un máximo de 0.1 ppm. Este valor está por debajo de los establecidos por las normas como concentración límite ponderada en el tiempo (2 ppm) y valor techo (5 ppm). En el resto de las áreas no se detectó la presencia de dióxido de azufre. Esto se debe a que el gas manejado en la zona no presenta en su caracterización niveles significativos de azufre o sus compuestos.

De igual forma puede decirse que, no se detectó la presencia de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en ninguna de las áreas de la planta.

En lo que respecta a monóxido de carbono (CO), éste se encuentra en forma irregular en las áreas medidas, ya que no se consigue relación respecto a las demás mediciones. En este caso, las fuentes normales de producción de CO la constituyen:

- Las chimeneas de las turbinas (las cuales operan a gas), pero las descargas están ubicadas a una altura considerable por lo que la pluma no tiene oportunidad de descender lo suficiente como para influenciar en el área de piso.
- En el caso de la sala de máquinas, las fuentes están constituidas básicamente por los escapes de aire caliente a través de los combustores de las turbinas, situación que se manifiesta en mayor o menor grado en todas ellas.
- Los motores de combustión interna, tales como los motores Diesel que impulsan las bombas contraincendio y el generador eléctrico de emergencia, los cuales no estaban en funcionamiento para el momento de las mediciones.
- La cuarta y última fuente potencial la constituye la respiración humana, la cual pudo, en ocasiones interferir con lo detectado por el instrumento.

De cualquier forma, las mediciones efectuadas indican un máximo de 1 ppm, lo cual está por debajo de los 25 ppm. establecidos por las normas ACGIH como límite para concentración ponderada en el tiempo (Se tomó este valor por ser mas restrictivo que la norma COVENIN, la cual establece 50 ppm.) En resumen, en ninguno de los gases monitoreados se alcanzaron niveles significativos de concentración que pudieran sugerir un riesgo potencial para el bienestar de los trabajadores de la planta, a excepción del caso del metano, el cual en este tipo de instalaciones (abiertas) presenta solo el riesgo de explosión ante la presencia de una fuente de ignición. Aún cuando los equipos de la planta están instalados por niveles, no se detectaron acumulaciones peligrosas de gases entre los mismos, lo cual es producto de la continua brisa y de la escasez de puntos de fuga de gases.

Licencia Creative Commons:

150

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

3.9.- INSPECCIÓN SANITARIA

3.9.1.- PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

En general, este tipo de inspección se llevó a cabo efectuando un recorrido por las áreas de permanencia de personal, tales como talleres, oficinas, baños y comedor, en donde se diera el caso de un almacenamiento temporal de desperdicios. Aparte de la inspección visual, se realizaron encuestas sobre los hábitos de limpieza de los ocupantes. Las instrucciones particulares para dicha inspección en cada una de las áreas visitadas se pueden resumir en lo siguiente:

Áreas de trabajo y comedor

- Forma de disposición de los desechos en cuanto a recipiente utilizado, cierre del mismo y la presencia o no de bolsas contenedoras de la basura
- Forma de almacenamiento temporal de alimentos en hornos o refrigeradores y la presencia o no de residuos de comida en los mismos.
- Presencia de chiripas en el área en general así como en los hornos.

Baños

- Número de sanitarios, lavamanos y duchas por sala de baño
- Tipo de ventilación presente.
- Disponibilidad de sumideros
- Condiciones generales de aseo y orden

- Condición física de los diferentes elementos (puertas, ventanas, entre otros)

Adicionalmente, se efectuó la recolección de muestras de agua potable, tanto a nivel de descarga del tanque de almacenamiento como en un surtidor ubicado en el comedor, a fin de determinar si la misma presentaba condiciones apropiadas para el consumo. El procedimiento seguido para la toma de las muestras fue el siguiente:

- Se utilizaron dos botellas plásticas destinadas al análisis físico-químico de las aguas, con una capacidad de 1 litro y dos botellas pequeñas de vidrio para el análisis bacteriológico. Ambas previamente esterilizadas y enumeradas como 1,2.
- En el primer punto de control, en el surtidor de agua situado en el comedor, se dejó fluir inicialmente cierta cantidad de líquido y posteriormente haciendo uso del par de botellas designadas como números 1, teniendo cuidado de no golpear o chocar la boca de las botellas con la llave o el equipo se llenaron de agua hasta el nivel correspondiente y se cerraron inmediatamente. El mismo procedimiento se realizó para la toma de muestra en el punto 2.
- Una vez que cada muestra fue tomada, las botellas se depositaron en una cava refrigerada para su traslado a tierra, específicamente al laboratorio de Higiene Industrial. Allí se procedió a la siembra de las muestras.
- El procedimiento de análisis incluye una parte bacteriológica y otra, físico-química, la cual es resumida a continuación y la misma es efectuada por dos especialistas del laboratorio:
- Análisis bacteriológico: Un caldo lactosado previamente preparado, se agrega en 5 tubos conjuntamente con cada una de las muestras (10 ml muestra/tubo). Los 15 tubos se meten a la incubadora durante 24 horas y luego continúan allí completando un total de 48 horas como prueba confirmativa. Posteriormente se siembra otro

Licencia Creative Commons:

cultivo de Ec.medio en 5 tubos por cada tubo positivo y se somete a incubación por un lapso de 24 horas para determinar la presencia de coliformes fecales.

- Análisis físico-químico : el agua contenida en las botellas plásticas son sometidas a diferentes procedimientos de acuerdo al componente o característica a analizar.

3.9.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Áreas de trabajo

En general, los ambientes de trabajo visitados (oficinas, talleres y sala de control) presentan las siguientes condiciones:

- Presencia de residuos de comida en los hornos, lo que da lugar a la aparición de chiripas. Cabe destacar que actualmente existe un contrato para la fumigación trimestral de la planta, la cual no resulta efectiva, de acuerdo con la apreciación del personal de la planta.
- Limpieza de los hornos y nevera en forma irregular.
- Las comidas se efectúan no solo en el comedor sino también en las áreas de oficinas, talleres y sala de control, utilizando los bancos de trabajo y escritorios como mesas. Adicionalmente se observaron restos de comida en la plataforma del tambor de venteo de baja presión por lo que se deduce que también el personal que ingresa a la planta ingiere sus alimentos en espacios abiertos.
- No existe una clasificación de los desperdicios.
- Los recipientes de basura no cuentan con bolsas contenedoras de la misma.

- Las únicas áreas en las que se efectúa limpieza de pisos y bote de basura diaria, mediante personal contratado para tal fin, son las oficinas, comedor, baños y sala de control.
- Los talleres son limpiados por el propio personal, limitándose normalmente al bote de desperdicios.

Baños

En lo que respecta a baños se observó lo siguiente:

- Ninguno de los tres baños existentes en la planta (el de obreros, el de oficinas y el de damas) presenta sistema de ventilación adicional a la natural. El baño de damas tiene ventilación solo hacia el baño de oficinas.
- No se detectaron ambientadores en ninguno de los baños.
- Los lavamanos, urinarios y pocetas del baño de obreros funcionan con agua del lago con flujo de agua permanente. Debido a esto, se observaron manchas de corrosión (provenientes de las tuberías de suministro de agua) y sucio acumulado en las piezas de baño. Los otros dos baños funcionan con agua potable.
- En el baño de obreros se apreció el deterioro por corrosión de las puertas de los sanitarios y ducha.
- Tanto el baño de damas como el de oficinas permanece bajo llave, la cual es conservada por el Supervisor de la planta. Las puertas de los mismos adolecen de romanillas para facilitar la ventilación.

- A excepción del baño de damas, los recipientes de basura no cuentan con bolsas contenedoras.
- Tanto el baño de oficinas como el de obreros cuentan con sumideros. El baño de damas, producto de una modificación del baño de oficinas, no cuenta con esta facilidad.
- Respecto a las facilidades de cada baño se tiene:
 - El baño de damas cuenta solo con una poceta y un lavamanos;
 - El de obreros dispone de una "batea" con cuatro grifos como lavamanos, otra como urinario, dos sanitarios en servicio y uno clausurado, y una ducha inoperativa la cual alberga útiles de limpieza;
 - El de oficinas cuenta con un lavamanos, dos sanitarios de los que uno está clausurado y un urinario.

Toda la basura de la planta es recopilada en un contenedor ubicado en la planchada de materiales (este) donde es recogida por una gabarra para ser llevada a tierra, sustituyendo el contenedor lleno por uno vacío. Este contenedor es abierto a la atmósfera y se observó la presencia de gran cantidad de moscas. No se tiene una rutina específica de recolección de desperdicios y ésta es solicitada por el personal de la planta cuando el contenedor está próximo a llenarse.

Respecto al análisis efectuado a las muestras de agua, los valores suministrados por el laboratorio, como resultado de las pruebas físico-químicas y bacteriológica, revelan que en todos los puntos medidos el agua está catalogada como "apta" para el consumo humano. Los resultados de las pruebas se encuentran plasmados en el anexo A.10.

3.10.- MAPA DE RIESGO

Toda la información anteriormente expresada, sirvió como base para la elaboración del mapa de riesgos de la Planta Compresora Tía Juana-1, el cual deberá ser colocado en lugares visibles de la planta a fin de que propios y extraños tengan en él una advertencia sobre los riesgos a los cuales se verán expuestos al ingresar en la misma.

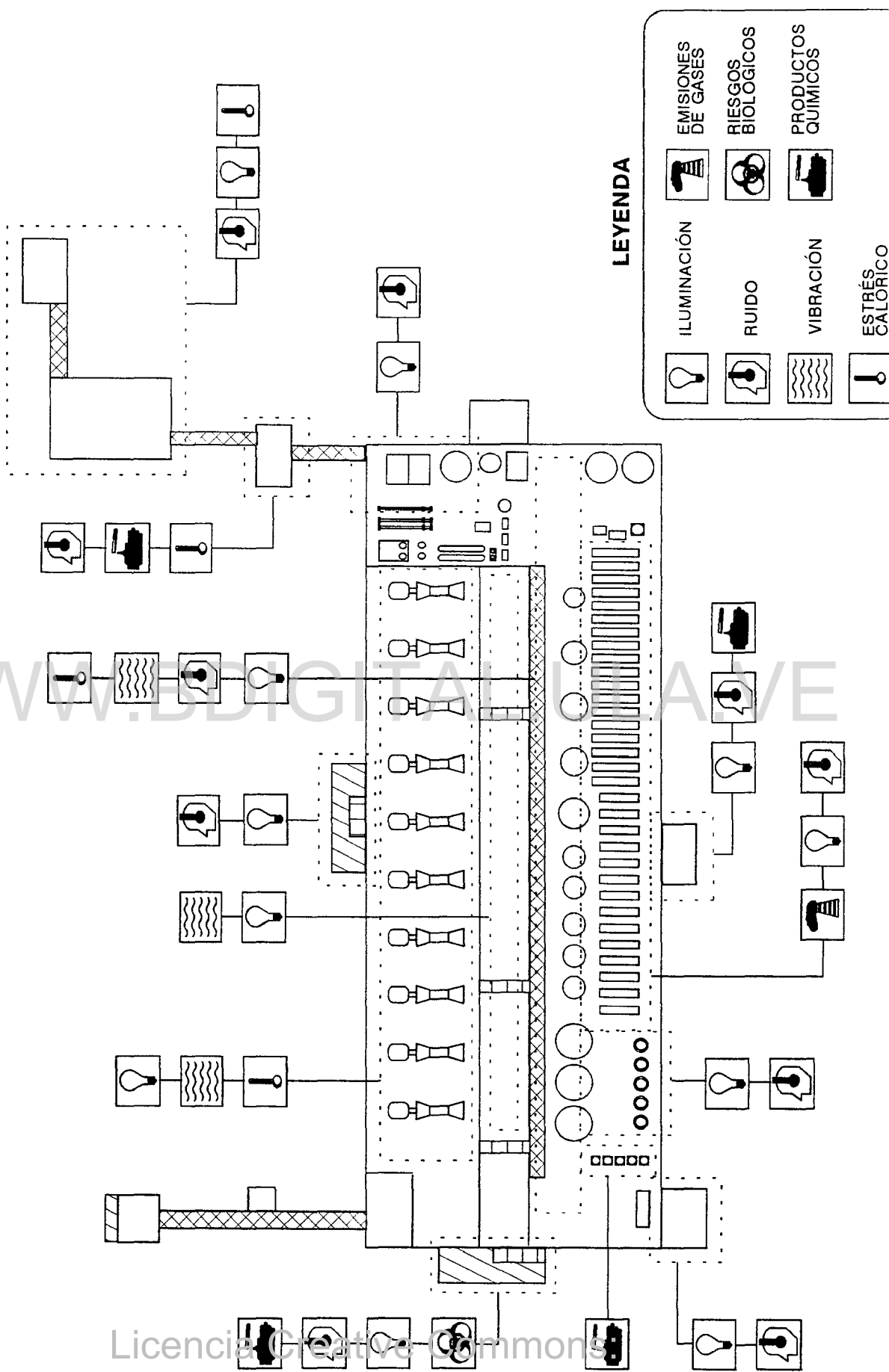
Este mapa deberá ser actualizado en la medida que se ejecuten cambios significativos a la planta, bien sea por adición de procesos o por modificación de los ya existentes, al igual que cuando se realicen cambios en los sub-sistemas relacionados con los riesgos estudiados, es decir, sistemas de iluminación, revestimiento, acondicionamiento acústico de áreas, modificación o reemplazo de equipos mayores o de sus bases.

El mapa expresa en forma de íconos o símbolos, los riesgos potenciales en las diferentes áreas, las cuales se encuentran delimitadas por línea punteada, y se ilustra en la figura No. 11.

Las conclusiones generales a las que se pueden llegar visualizando el mapa son las siguientes:

- El riesgo del ruido está presente en toda el área de la planta, incluyendo los espacios cerrados ya que, aún cuando no se alcancen los 85 dBA fijados por COVENIN para ambientes de trabajo, los valores alcanzados pueden interferir en la concentración necesaria para la evaluación de problemas operacionales.
- Las altas temperaturas ambientales, propias de la zona, pueden imponer condiciones de fatiga al personal que ejecuta trabajos prolongados, tanto en zonas techadas como en las no techadas, lo que amerita llevar a cabo una serie de acciones que minimicen los efectos sobre el organismo.

FIGURA No. 11
 PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
 MAPA DE RIESGOS



- Al igual que el ruido, la vibración está presente en todos los niveles de la planta pero el estudio realizado no contempló la totalidad de los parámetros relacionados con la vibración por lo que es necesario realizar estudios posteriores a este de manera de determinar con certeza el grado de afectación que pudiera ocasionar este riesgo.
- La iluminación es en general deficiente, especialmente a nivel de lectura de instrumentos, encontrándose algunas áreas en penumbra, por lo que no está presente solo el riesgo de afectación a la visión sino también el riesgo físico de caídas o golpes por no visualizar los objetos alrededor.
- En lo referente al riesgo de radiaciones ionizantes y no ionizantes, en la actualidad la planta no presenta fuentes que emanen una cantidad significativa de radiación, por lo que estos riesgos no representan una condición de peligro para el personal de la misma.
- El manejo de productos químicos, aún cuando el sistema de distribución a granel evita el contacto con algunos de los productos utilizados normalmente y la exposición ante otros no es constante, reflejó el uso no generalizado de equipos de protección personal, por lo que deben realizarse programas de instrucción alertando sobre los peligros potenciales a que se expone el personal en general.
- Finalmente, los riesgos biológicos en planta no representan una condición generalizada, aunque si están presentes algunos focos de riesgo tal como el recipiente recolector de basura, ubicado en la planchada de materiales, el cual por su condición abierta a los elementos puede generar focos de infección.

4.- RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, después de haber realizado la comparación con las normativas aplicables, surgieron una serie de acciones futuras tendientes a la solución o mitigación, según el caso, de los riesgos estudiados en la planta. Como regla general dentro de la Protección Integral, las medidas para mitigar los efectos de los riesgos deben ser inicialmente dirigidas a corregir el sistema o proceso y al final, solo al agotar las posibilidades, recurrir a medidas administrativas o equipos personales de protección. En nuestro caso específico, las recomendaciones estarán necesariamente condicionadas por el estado actual que presenta la planta, entre lo que se puede mencionar:

- La planta inició sus operaciones en octubre de 1954, por lo que muchos de sus equipos presentan un estado de obsolescencia tal, que en ocasiones se presentan problemas de adquisición de repuestos nuevos, debiéndose recurrir a la reutilización de algunas partes.
- Aunado a lo anterior, las exigencias en cuanto a la exposición a los riesgos del personal para ese entonces eran menos restrictivas que las actuales, aparte de que no se conocía con detalle los efectos de la misma.
- La vida útil remanente de la planta no está claramente definida, ya que entre los nuevos proyectos se contempla el retiro de las torres absorbedoras para la extracción de GLP, uno de los principales procesos de la planta y una de las razones de peso para su continuidad operacional.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, a continuación se indican, agrupadas por riesgo, las acciones sugeridas a ejecutar .

4.1.- RUIDO

En vista que el ruido y la vibración van generalmente acompañados, algunas de las recomendaciones expresadas en esta parte tendrán mucho que ver con la reducción de la vibración, por lo que se repetirán posteriormente cuando se trate este último tema.

Específicamente, en el caso de ruido, en el pasado se realizó un estudio informal para determinar la viabilidad de colocar revestimiento termoacústico a las tuberías y depuradores, resultando en un gasto elevado en relación con la reducción de decibeles. Finalmente solo fueron recubiertas las tuberías de descarga de los compresores a fin de evitar el contacto del personal con superficies calientes. Adicionalmente, como se vió en el análisis de los resultados, los mayores niveles de ruido provienen de la sala de máquinas, producto de la pérdida de eficiencia de estos equipos a través de los años.

Tomando en cuenta lo expresado al inicio de este capítulo, se sugiere tomar las siguientes acciones:

- Ya que en la planta se alcanzaron valores de hasta 113 dBA, específicamente en la sala de máquinas, los equipos de protección personal proporcionados al personal, bien sea tapones u orejeras, deberán asegurar una reducción de los niveles de ruido de alrededor de 28 dBA a fin de aproximarse al límite de 85 dBA indicados por COVENIN para jornadas de 8 horas.
- Instruir al personal sobre este riesgo y colocar en forma visible información al respecto, como una manera de que sea el propio personal el mas interesado en su seguridad mediante el uso de los equipos de protección.
- Asegurar que los mecanismos de cierre de las puertas, al igual que los sellos del marco de las mismas, estén en buen estado para lograr la hermeticidad de los

Licencia Creative Commons:

160

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

espacios cerrados tales como talleres, oficinas y salas de control. Igualmente asegurar la hermeticidad de las ventanas, principalmente en los marcos.

- Solicitar asesoramiento a la Sección de Higiene Industrial sobre las marcas, modelos y tamaños de los equipos de protección personal disponibles en el mercado.
- Efectuar la rotación de todo el personal entre las diferentes plantas, posterior a estudios similares en las demás, a fin de evitar la exposición de una misma persona por largos períodos de tiempo a los altos niveles presentes en la presente planta o en alguna de las demás
- Asegurar el cumplimiento del programa de mantenimiento de las turbinas y equipos mayores, de manera de reducir el ruido producto de la vibración por holguras excedidas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.2.- ESTRÉS CALÓRICO

Si bien la aplicación de nuestra norma COVENIN presenta ciertas dificultades de interpretación, debido a las condiciones extremas de la zona, hay una serie de consideraciones que se sugiere sean tomadas en cuenta a la hora de realizar trabajos por tiempos prolongados en el área de la planta, las cuales se nombran a continuación:

- En general, las instalaciones lacustres presentan una gran cantidad de áreas sombreadas, a excepción de horas cercanas al mediodía, producto del congestionamiento típico de equipos y recipientes, pero en caso de trabajos en áreas donde esto no suceda, evaluar la posibilidad de utilizar lonas o sombrillas de manera de reducir la exposición directa al sol. Esto reduciría a su vez el valor de la temperatura de globo, disminuyendo igualmente el índice TGBH.
- Facilitar el proceso de refrescamiento mediante la utilización de ventiladores portátiles o fijos (tomando en cuenta la clasificación de las áreas en lo que respecta a las características de los equipos).
- Ya que generalmente se forman grupos de trabajadores para cada actividad, asegurar la rotación del personal entre las estaciones de trabajo y en la propia estación a fin de que una misma persona no ejecute la misma actividad día tras día.
- Si bien la transpiración elimina calor del cuerpo en forma de humedad, también se eliminan sales minerales por lo que la sola ingestión de agua no es suficiente y puede ocasionarle al trabajador trastornos a futuro. Para evitar esto se deben proveer de sustancias hidrolíticas que compensen ambas eficiencias: líquido y sales.
- Para el caso de fuentes localizadas de generación de calor, tal como el caso de la sección de combustión de las turbinas, pueden utilizarse "pantallas" o barreras

portátiles que aíslen al trabajador de la misma, en caso de trabajos en zonas cercanas.

- Dado que el uso del casco de seguridad es obligatorio en estas áreas, y que el mismo puede crear interferencias de ventilación en la cabeza con el consecuente aumento de sudoración en esta área, se sugiere evaluar una nueva cinta de material absorbente y refrigerante, adaptable a los cascos de seguridad, para aquellos casos de condiciones ambientales severas.
- En el caso de trabajadores recién empleados o de aquellos que retornan al trabajo después de un período de vacaciones o de asignación a actividades menos rigurosas, los primeros días deberán ser objeto de mucha atención por parte de sus supervisores, mientras se adapta de nuevo a las condiciones del sitio.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.3.- VIBRACIÓN

Debido a que los valores hallados de vibración son altos, lo cual implica bajos tiempos de exposición de acuerdo a los efectos nocivos que para la salud representan periodos de exposición continua de dos o más años, se recomienda principalmente, una rotación de personal en periodos de seis meses o un año. Adicionalmente, un estudio completo y exhaustivo de vibraciones involucra la determinación de otros parámetros como lo son la frecuencia, amplitud y longitud de onda, los cuales no fue posible medir con el instrumento utilizado, para determinar en forma clara el nivel de exposición a este riesgo.

En base a lo anterior, se sugiere llevar a cabo las siguientes acciones:

- Efectuar un análisis completo de las vibraciones de la planta que involucre la determinación de los parámetros mencionados en el párrafo inicial.
- Evaluar la posibilidad de usar un equipo de medición fijo, que no sufra alteraciones en las mediciones, producto de movimientos del cuerpo en los ejes X y Y.
- Evaluar el sistema actual de fijación de las turbinas, ya que son éstas las principales fuentes generadoras de vibración.
- Colocar al piso de la sala de control un recubrimiento de material sintético que actúe como aislante de la vibración, ya que es en esta área donde el personal permanece la mayor parte del tiempo durante su jornada diaria de trabajo.
- Efectuar análisis similares al resto de las instalaciones, a fin de conocer la magnitud del riesgo en cada una de ellas, y poder efectuar la rotación de todo el personal entre las diferentes plantas, minimizando la exposición prolongada de este riesgo a una misma persona.

- Al igual que en el caso del ruido, debe asegurarse el cumplimiento de los periodos de mantenimiento de los equipos rotativos mayores de la planta, ya que las holguras excesivas por desgaste son una de las principales fuentes generadoras de vibración.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.4.- ILUMINACIÓN

Los resultados de las mediciones revelan la necesidad de mejorar las condiciones de iluminación en puntos claves. Esto debe llevarse a cabo por medio del reemplazo de lámparas y bombillos de la intensidad adecuada a las necesidades de cada área. Por otra parte, es recomendable instalar un sistema de fotoceldas que permita que la iluminaria sólo esté encendida de noche y en caso de que se requiera por condiciones nubladas en el día, alargando así su vida útil y reduciendo el tiempo requerido para las actividades de reemplazo.

En referencia a las actividades de reemplazo de bombillos, se debe tratar de limpiar la cubierta protectora de los mismos, ya que se observó, especialmente en los pasillos bajo la sala de máquinas, lámparas en buen estado pero con iluminación deficiente producto de la acumulación de polvo y vapores de aceite.

Hay varias áreas de la planta que aún cuando las lámparas y bombillos existentes estén en buen estado, no son suficientes para proporcionar una iluminación adecuada por lo que debe ser reforzada con puntos de iluminación. Entre tales áreas se encuentran:

- Área de compresores de aire
- Planchadas de personal y materiales
- Pasillo posterior a enfriadores y plataforma de cloro
- Área de bombas de agua de enfriamiento de los intercambiadores atmosféricos
- Área posterior a los depuradores de entrada a la planta

Mientras las correcciones sean llevadas a cabo, debe proporcionarse suficiente número de lámparas portátiles a la planta, de manera que el personal que labore en horas nocturnas pueda visualizar el área por donde transita y los instrumentos de medición.

En algunos casos, la interferencia de los equipos es lo que ocasiona la baja iluminación por lo que solo es necesario la reubicación de la misma. Esto se presenta por ejemplo en el área de las torres, donde una de las lámparas está obstaculizada por una estructura metálica de soporte de unidades de aire acondicionado, y en la Isla de Distribución donde la luz proveniente de los postes de reflectores crean sombras en el piso. En estos casos, se debe estudiar la reubicación o adición de nuevos puntos de iluminación para alcanzar los niveles adecuados.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.5.- RADIACIONES NO IONIZANTES

Aún cuando los resultados obtenidos no reflejan valores significativos de radiación y que la exposición a esta no es constante, se debe efectuar un análisis posterior de los equipos de planta con instrumentos de medición que abarquen rangos de frecuencia mas altos y que detecten los demás tipos de radiación, aparte de los campos magnéticos. Igualmente, es importante determinar el rango de las frecuencias que emiten los equipos a estudiar para determinar con mayor certeza los límites de exposición permitidos.

Adicionalmente, se debe efectuar análisis a los nuevos equipos que se instalen en la planta, a fin de detectar desde un primer momento los niveles de radiación emitidas por éstos.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.6.- PRODUCTOS QUÍMICOS

En lo que respecta al NALCO 3905, para las labores de trasegado del producto es conveniente que el personal involucrado utilice guantes de neopreno o butilo, además de lentes para evitar el contacto con los ojos en caso de salpicaduras. Adicionalmente, aún cuando se mencionó que la emanación de vapores no representa una fuente significativa de riesgo, los trabajos prolongados que se ejecuten vientos abajo de los puntos de almacenaje, deberán estar convenientemente supervisados y detener la actividad en caso de malestar del personal.

Referente al sulfato ferroso, el personal involucrado en la actividad debe portar máscaras para polvos y lentes de seguridad. Según la literatura consultada, la piel no se ve afectada por la exposición al producto por lo que no es necesario el uso de guantes, aunque si es recomendable el lavado de manos posterior a su contacto.

Con el ENFORCE deben extremarse las precauciones al momento de realizar el trasegado, y posterior traslado del recipiente, ya que el producto está en su estado natural (sin dilución) por lo que sus efectos son mas acentuados. La hoja técnica recomienda el uso de protectores visuales, tales como viseras, y protección de manos, pies y cuerpo mediante guantes, botas y delantal de neopreno.

En lo referente al MAGNACIDE B, ya que en la actualidad no es posible efectuar el monitoreo de esta sustancia en el aire, solo en el agua, no se puede realizar una medición del grado de exposición a los vapores de este producto. En vista de ello, la aplicación del mismo debe realizarse en horas diurnas, cuando el sentido del viento arrastra los vapores desde los enfriadores hacia fuera de la planta, a fin de minimizar la exposición. Adicionalmente, prevenir al personal cuando se esté

aplicando el producto de manera de no estar presente en el área de enfriadores, tanto sobre ellos como en el pasillo posterior a los mismos (pasillo norte).

En caso de que el cloro sea utilizado nuevamente como agente biocida, se debe proveer al personal, además del equipo autocontenido de respiración con el que cuentan, de guantes de caucho natural para evitar las quemaduras por contacto en caso de fugas.

Instalar duchas de emergencia y lava ojos próximas a los sitios de almacenamiento y conexión para trasegado de estos productos.

Difundir los riesgos inherentes al uso de estos productos, de manera que el propio trabajador sea quien vele por su seguridad.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

4.7.- GASES

- Si bien en la actualidad el gas manejado por la planta no contiene niveles significativos de azufre y sus compuestos, hay zonas operativas en el Lago que si presentan esta característica, tal como el gas proveniente del campo Urdaneta. En ocasión de paros programados de la planta Urdaneta-1, el gas no manejado por la misma es conducido hacia el área de Tía Juana, donde es succionado por las plantas del área, entre ellas Tía Juana-1. En estos casos, se sugiere realizar nuevas mediciones a fin de detectar el posible aumento de los niveles de compuestos de azufre, tanto en la propia planta como en las demás plantas del área.
- Igualmente, en caso de adición de corrientes de gas de nuevos yacimientos hacia la planta, verificar su composición para detectar niveles anormales de los productos estudiados.
- En las operaciones de taponamiento de tubos de los enfriadores se debe prestar especial atención a la operación de identificar los tubos en mal estado, ya que la persona que realiza este reconocimiento se encuentra en una atmósfera rica en gases, por lo que la posibilidad de asfixia está presente. Debido a esto, es recomendable el uso de equipo de respiración con línea de suministro de aire.
- El hecho que se haya detectado la presencia de gases en la sala de control es indicio de que el sistema de aire acondicionado, está tomando aire de renovación desde un área donde hay presencia de gases. Esto crea una condición riesgosa, ya que en la sala están presentes equipos eléctricos que no son a prueba de explosión, tales como nevera, computadoras, cocina eléctrica, entre otros, además de los efectos que pudiera generar el respirar continuamente este gas. Es recomendable, que aprovechando la instalación de los aires acondicionados para las salas dúplex, se evalúe la posibilidad de mejorar el sistema actual de la sala de control.

4.8.- INSPECCIÓN SANITARIA

- A fin de contener los desperdicios orgánicos (tales como residuos de comida) se sugiere el uso de bolsas plásticas para una mejor recolección y almacenamiento de los mismos, aislándolos del medio ambiente. Esto contribuirá adicionalmente a minimizar la presencia de chiripas en los ambientes cerrados.
- La disposición de desperdicios en bolsas plásticas debería estar acompañada a su vez de una clasificación parcial de ellos, a fin de que objetos tales como botellas y material ferroso, entre otros, no sean incluidos en las bolsas para evitar su deterioro y pérdida del aislamiento.
- Evaluar la posibilidad de adoptar recorridos de recolección de basura en períodos determinados, para evitar la acumulación excesiva.
- Efectuar limpieza periódica de los sitios de almacenamiento de comida (neveras y hornos).
- Advertir al personal de la planta, en especial a aquellos que ingieren sus alimentos en los talleres, sobre los peligros potenciales de consumir alimentos contaminados con sustancias presentes en el área de trabajo.
- Evaluar la posibilidad de sustituir las puertas de los sanitarios (actualmente de hierro) por puertas con estructura de aluminio y láminas de material sintético, a fin de preservarlas de la corrosión.
- Dotar a las salas sanitarias de extractores para evitar la acumulación de olores molestos; paralelamente, instalar romanillas a las puertas de acceso al baño de damas y al de oficinas para favorecer la ventilación.

- Proveer de ambientadores a los baños para minimizar la percepción de olores molestos
- Efectuar las reparaciones de las piezas sanitarias clausuradas para evitar el congestionamiento en períodos de trabajos que involucren personal adicional en la planta.
- Realizar una evaluación a la empresa que realiza actualmente la fumigación, en harás de verificar la calidad de sus servicios, o en caso contrario, iniciar las gestiones para la contratación de una nueva empresa.
- Reforzar las actividades de limpieza en el baño de obreros.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

REFERENCIAS

CEPET, Lagoven	"Manual de PCTJ-1 (F.O.P)"
NIOSH	"Occupational exposure to Hot Environments". 1986
PEQUIVEN	"Taller de Vibraciones". El Tablazo. 1993.
SERVICIOS TÉCNICOS DE PREVENCIÓN DE MAPFRE	"Curso de Higiene Industrial".
CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD	"Manual de Fundamentos de Higiene Industrial". 1 ^{ra} Edición.
NORMA VENEZOLANA COVENIN 1565-88	"Ruido ocupacional". 2 ^{da} Revisión.
NORMA VENEZOLANA COVENIN 2254-90	"Frío y Calor. Límites Permisibles".
NORMA VENEZOLANA COVENIN 2255-91	"Vibración Ocupacional".
NORMA VENEZOLANA COVENIN 2249-91	"Iluminancias en tareas y áreas de trabajo".

NORMA VENEZOLANA COVENIN
2259-95

“Radiaciones Ionizantes. Límites
anuales de dosis”.

NORMA VENEZOLANA COVENIN
2257-95

“Radiaciones Ionizantes. Clasificación
Señalización y Demarcación de las
zonas de Trabajo”.

ACGIH

“Threshold Limit values and
Biological Exposure Indices”.

BRUEL & KJAER

“Instruction Manual. Human-Response
Vibration Meter Type 2512”.

HOLADAY

“Manual HI-3624”.

LABORATORI DI STRUMENTAZIONE
INDUSTRIALE S.P.A.

“Manual Anadata Microclima”.

OLDHAM FRANCE S.A.

“Manual de Operación y Mantenimiento
Detector Multigas MX21”.

MANUAL DE RUIDO

“1982 Precision Sound-Level Meter and
Analyzer”.

BIBLIOGRAFÍA

- THE AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS "Non-Ionizing Radiation". Washington, DC. 1979.
- PLOG, Barbara A. "Fundamentals of Industrial Hygiene". Third Edition.
- LÓPES, Anmado y José Petrizzo "Radiaciones no Ionizantes".
- CRALLEY, Lewis y Lester Cralley "Theory and Rationale of Industrial Hygiene practice". United States of America. 1985.
- CORPOVEN "Mapa de Riesgos". Trabajo No. 20
- MERCK "El Manual MERCK de Veterinaria". España. 1988.
- BAYER "Manual sobre Control de plagas".
- BAYER "Salud Pública". No. 5.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXOS

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

WWW.BDIGITALULA.VE

ANEXO A.- RESULTADO DE LAS MEDICIONES

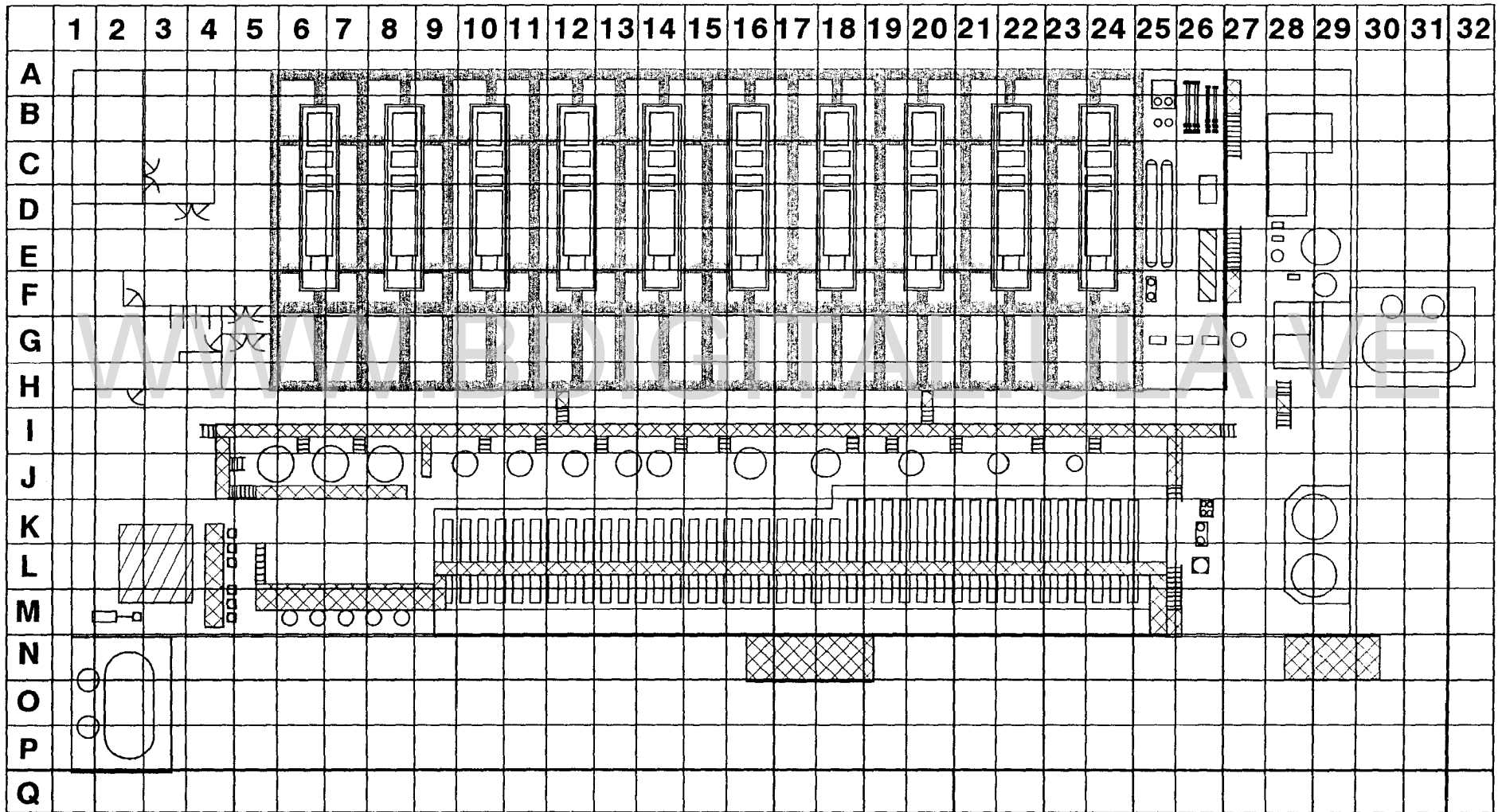
Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

WWW.BDIGITAL.UILA.VE

ANEXO A.1. - Mapas cuadriculados para las mediciones de
Ruido e Iluminación

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

FIGURA A.1.1
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
MAPA CUADRICULADO - PRIMER NIVEL



Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

FIGURA A.1.2
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
MAPA CUADRICULADO - SEGUNDO NIVEL

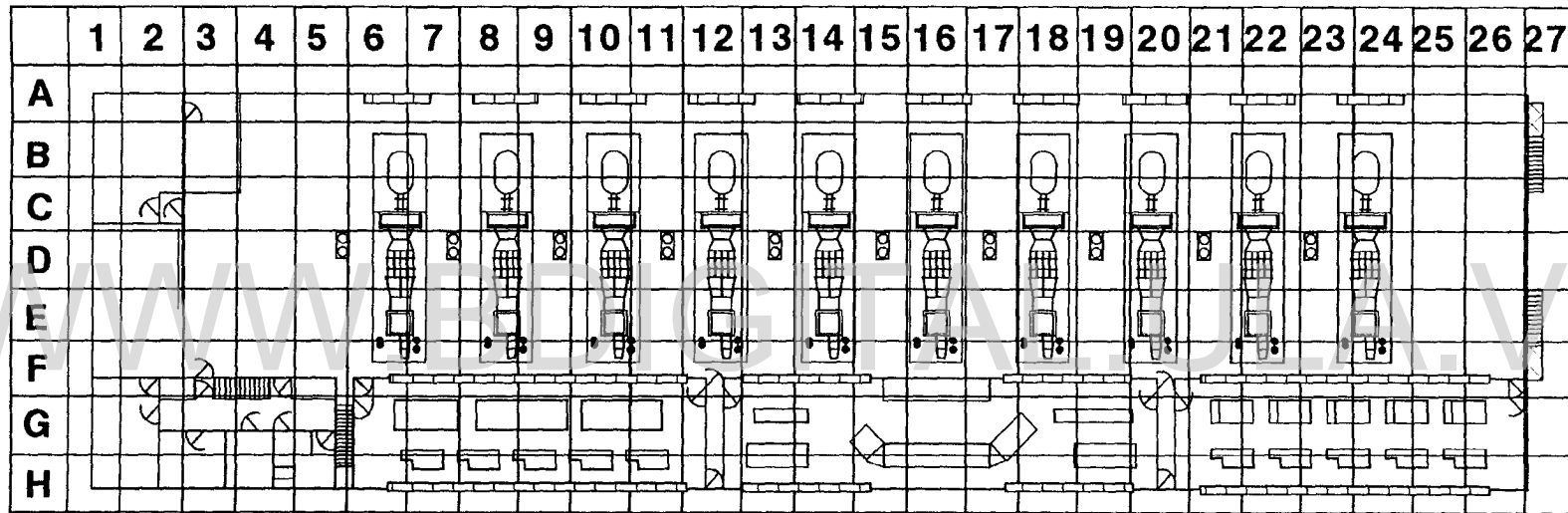


FIGURA A.1.3

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MAPA CUADRICULADO - TERCER NIVEL

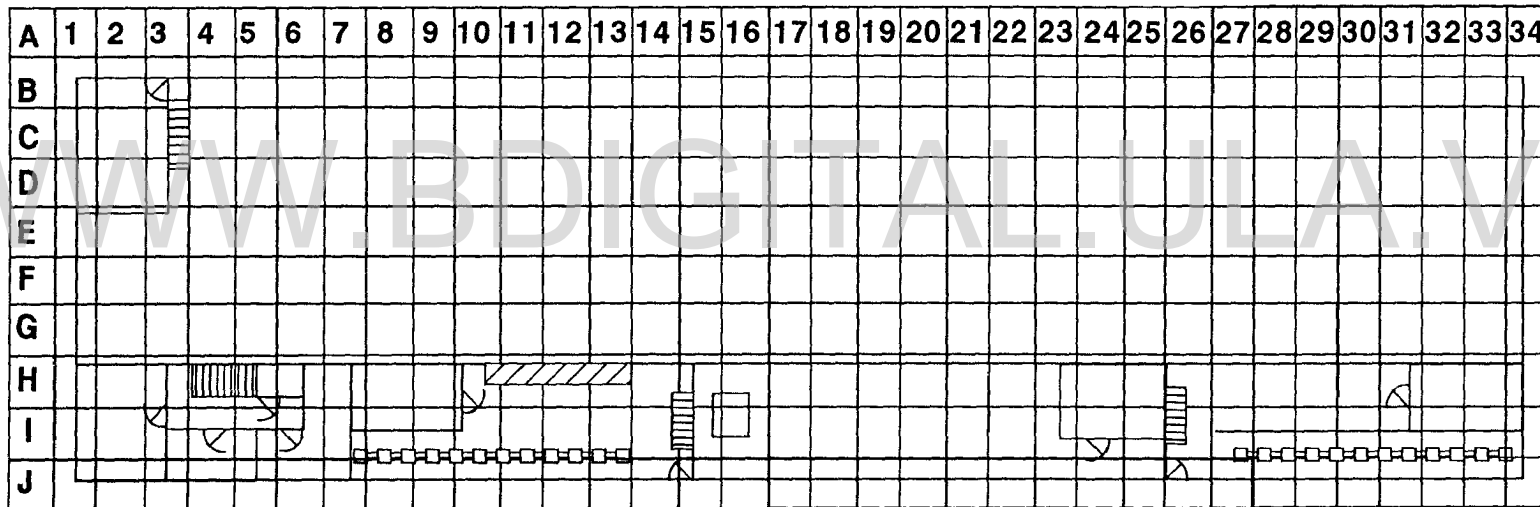
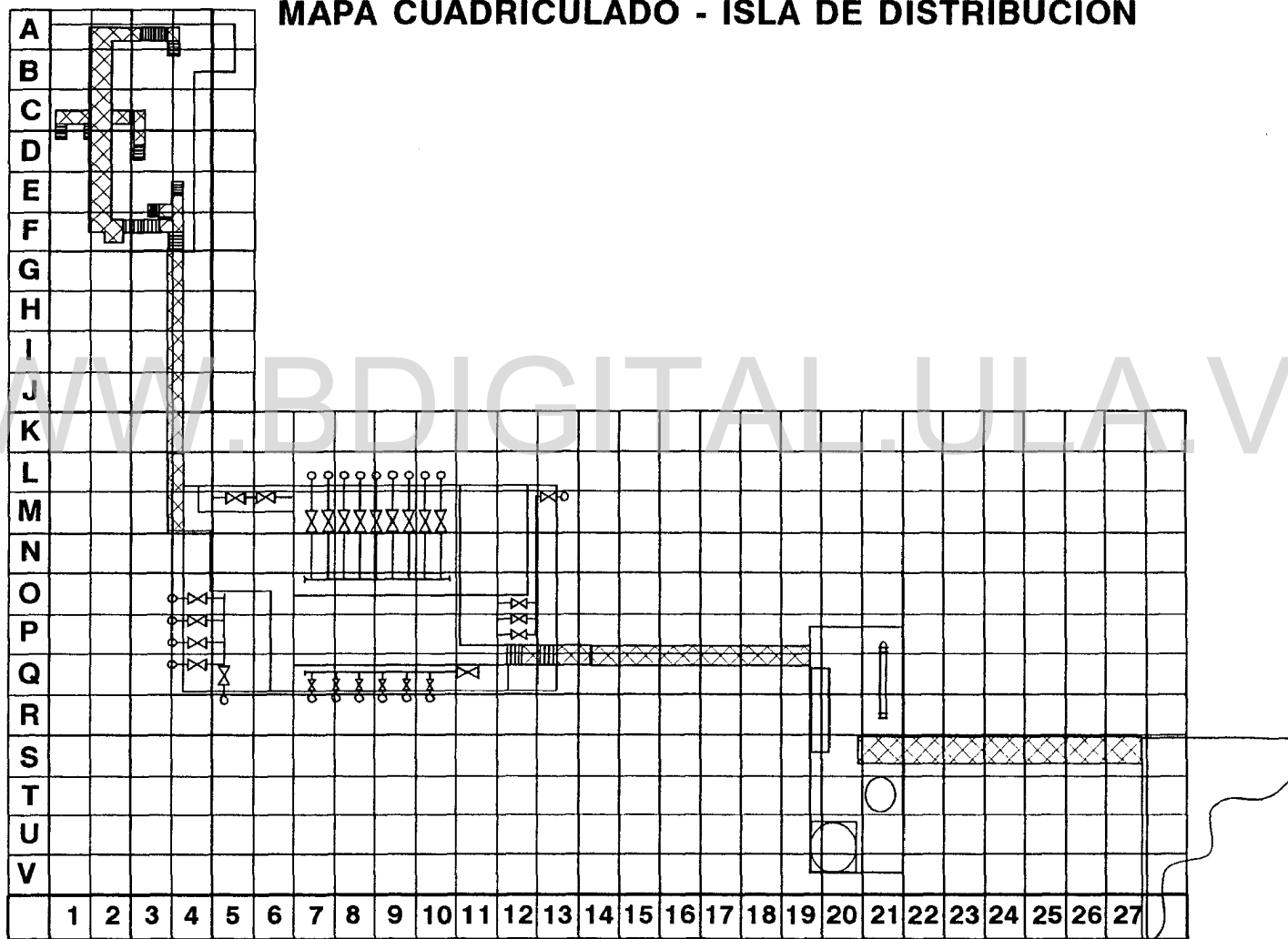


FIGURA A.1.4
PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
MAPA CUADRICULADO - ISLA DE DISTRIBUCIÓN



WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Licencia Creative Commons:
 Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
 (CC BY-NC-SA 3.0 VE)

FIGURA A.1.5

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MAPA CUADRICULADO - ISLA APAGAFUEGO

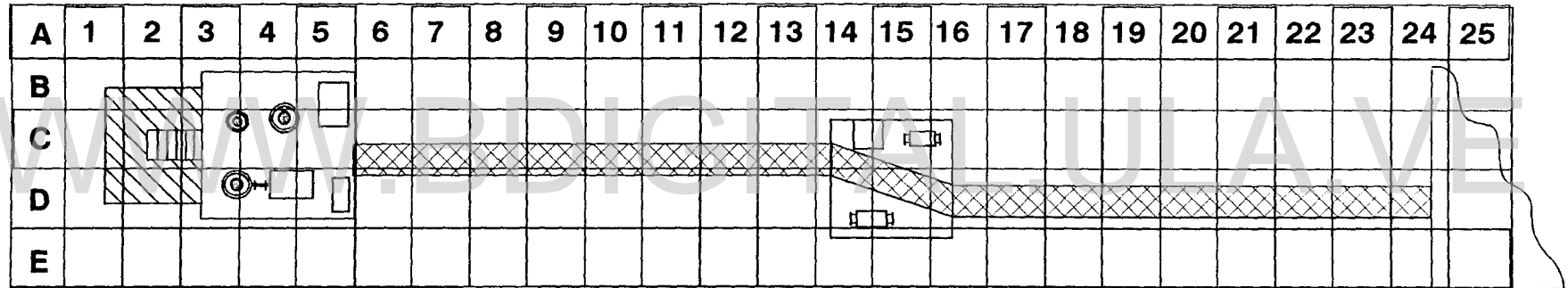
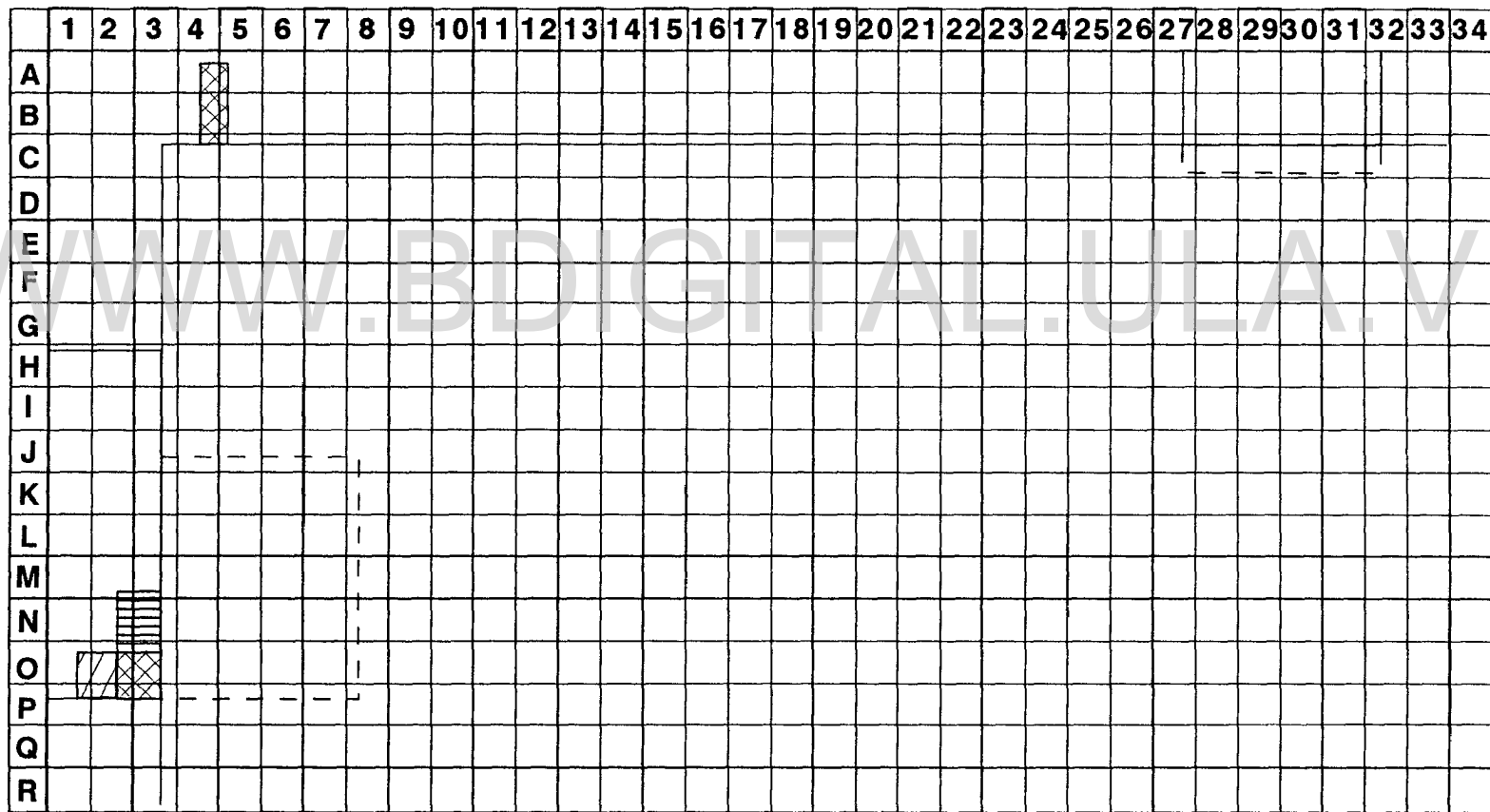


FIGURA A.1.6

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MAPA CUADRICULADO - PLATAFORMAS DE ATRAQUE



WWW.BDIGITAL.ULA.VE ANEXO A.2.- Ruido

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.2.1

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - PRIMER NIVEL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
A					99	98	100	98	99	97	99	97	98	98	101	100	100	102	99	99	99	100	99	97	99	96	96		91						
B					102		102		100		100		100		102		103		100		101		102			100	96		90						
C					105		105		103		104		104		107		106		102		105		104			100	97								
D		85	84	85																												91			
E		83	84	83																						100							96		
F		70			102		99		98		98		99		101		101		99		100		100			100	98	93	89	89	85	85			
G		71	88	90	95																					100						89	86	80	
H		71	86		94																				97	96	95	94	92	88	86	84			
I	85			91	95	97	101		99	98	98		101	100	101		105	104		103	101	98		98	100	99		97	93						
J	85		89	92		96	104		102	99	99		102	101	100			107		102	100		100	100		100		99							
K				89																						100									
L						100	101	102	99	100	98		99	100	101		100	100		101	102	102		101	101			100							
M	89				95		98	99	96		92	92	87		86			86		87		88	88	88				96	95						
N	85		87	91		95	100	101																				90		85					
O																																			
P	79		86																																
Q																																			

Tabla A.2.2

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - SEGUNDO NIVEL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
A		71	80	104	105	105	107	106	107	106	106	106	106	106	107	106	105	105	105	105	106	106	105	104	104	104	
B		72	79																								
C		73	104	104	107		110		108		107		108		111		107		106		107				109	106	
D	97																										
E	98		105	106	109		111		111		111		111		113		110		109		109		108		109	106	
F	101		104	106	108	109	110	110	110	110	109	110	110	110	110	110	110	109	108	108	108	108	107	107	106	105	
G		72	77	76	81	79	78	78	79	80	78		75	75	75	75	76	78		78	78	79		78	80	76	
H		71	67	89	81	76	76	76	75	75	76		73	78		74		75		74	76		76	76		75	

Tabla A.2.3

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - TERCER NIVEL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
A		76	91																																	
B		74	104																																	
C		73																																		
D																																				
E																																				
F																																				
G																																				
H		70		73		72				98			98	108	110	108											99	99		99						
I				70		70	69	96	96		98			98	101	104	104	103							100	96					95				94	
J																																				
K																																				

Tabla A.2.4

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - ISLA DE DISTRIBUCIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
A	89	91		91																								
B																												
C																												
D		95	92																									
E																												
F	92	95		90																								
G				90																								
H																												
I				90																								
J																												
K				87																								
L																												
M				89					95			93																
N					89	90					94																	
O					91	92																						
P							94		94		94																	
Q				93					96			96	96	96	96	96	96	96	96	96	98							
R																												
S																					98		99		96		92	91
T																												
U																												
V																												

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tabla A.2.5

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - PLATAFORMAS DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A																									
B					99	99			98				97												
C																	95			92					86
D																									
E																									

Tabla A.2.6

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE RUIDO - PLATAFORMAS DE ATRAQUE DE PERSONAL Y MATERIALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
A																												96			95			
B																															98			
C																													99			99		
D																																		
E																																		
F																																		
G																																		
H	88		89																															
I																																		
J																																		
K	88		87		93		95																											
L																																		
M				90			92																											
N	86																																	
O					91		94																											
P																																		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.3.- Estrés Calórico

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.3.1.- Cálculo de Índices TGBH

ESTRÉS CALÓRICO

MEDICIONES DIURNAS

PUNTO	Fecha	Hora	Humedad Relativa	T _{hn} (°C)	T _g (°C)	T _a (°C)	TGBH1 (°C)	TGBH2 (°C)	Tiempo de Exposición (min)
1	28/09/95	15:20	80,5	29,7	31,3	29,5	30,2		22,9
2	28/09/95	15:25	83,2	29,9	32,0	29,5	30,5		20,3
3	28/09/95	15:31	80,7	30,0	31,1	29,9	30,3		22,1
4	28/09/95	15:37	78,6	30,8	33,5	31,2	31,6		14,0
5	28/09/95	15:43	74,6	31,8	34,0	32,3	32,5		12,1
6	28/09/95	15:50	80,3	30,1	31,3	30,4	30,5		20,3
7	28/09/95	15:57	79,8	31,6	42,4	31,1		33,7	10,0
8	28/09/95	16:03	79,6	32,3	32,7	30,6	32,4		12,3
9	28/09/95	16:08	74,1	32,9	35,2	32,9	33,6		9,8
10	28/09/95	16:13	80,4	32,4	32,7	30,7	32,5		12,1
11	28/09/95	16:25	75,8	33,1	36,0	32,3	34,0		9,0
12	28/09/95	16:20	71,9	32,4	36,2	34,2	33,5		10,0
13	28/09/95	16:30	78,5	32,3	36,8	31,1		33,1	11,0
14	28/09/95	16:37	79,5	31,6	31,5	30,2	31,6		14,0
15	28/09/95	16:43	77,2	32,2	41,7	31,0		34,0	9,0
16	28/09/95	16:50	81,4	31,1	31,2	29,9	31,1		15,0
17	28/09/95	16:55	79,4	30,3	30,6	29,9	30,4		21,2
18	28/09/95	17:03	72,8	31,7	35,9	32,6	33,0		11,0
19	28/09/95	17:10	36,6	44,4	59,0	55,4	48,8		N/A

MEDICIONES NOCTURNAS

PUNTO	Fecha	Hora	Humedad Relativa	T _{hn} (°C)	T _g (°C)	T _a (°C)	TGBH1 (°C)		Tiempo de Exposición (min)
1	28/09/95	19:40	66,7	33,8	36,6	35,9	34,6		7,7
2	28/09/95	19:45	66,4	34,4	35,7	35,4	34,8		7,3
3	28/09/95	19:50	73,3	34,2	34,3	32,3	34,2		8,5
4	28/09/95	20:00	63,3	35,7	38,6	38,0	36,6		3,5
5	28/09/95	20:05	77,7	32,4	31,8	30,5	32,2		12,7
6	28/09/95	19:55	67,2	32,3	34,5	33,8	33,0		11,0
7	28/09/95	20:10	77,0	31,2	30,7	30,3	31,1		15,0
8	28/09/95	20:16	77,0	31,1	30,5	30,4	30,9		16,8
9	28/09/95	20:22	77,7	31,1	31,1	30,3	31,1		15,0
10	28/09/95	20:31	80,3	31,5	31,4	30,4	31,5		14,2
11	28/09/95	20:26	70,9	31,8	35,6	33,4	32,9		11,3
12	28/09/95	20:36	76,5	31,8	33,9	32,7	32,4		12,3
13	28/09/95	20:42	81,7	31,5	31,1	30,7	31,4		14,4
14	28/09/95	20:47	81,5	30,6	30,5	30,0	30,6		19,4
15	28/09/95	20:54	79,5	30,1	30,2	30,1	30,1		23,8
16	28/09/95	20:59	78,1	31,1	32,1	31,6	31,4		14,4
17	28/09/95	21:05	79,8	31,1	31,6	31,1	31,3		14,6
18	28/09/95	21:10	57,4	36,7	39,9	39,8	37,7		1,3
19	28/09/95	21:15	48,4	44,7	61,6	68,9	49,8		N/A

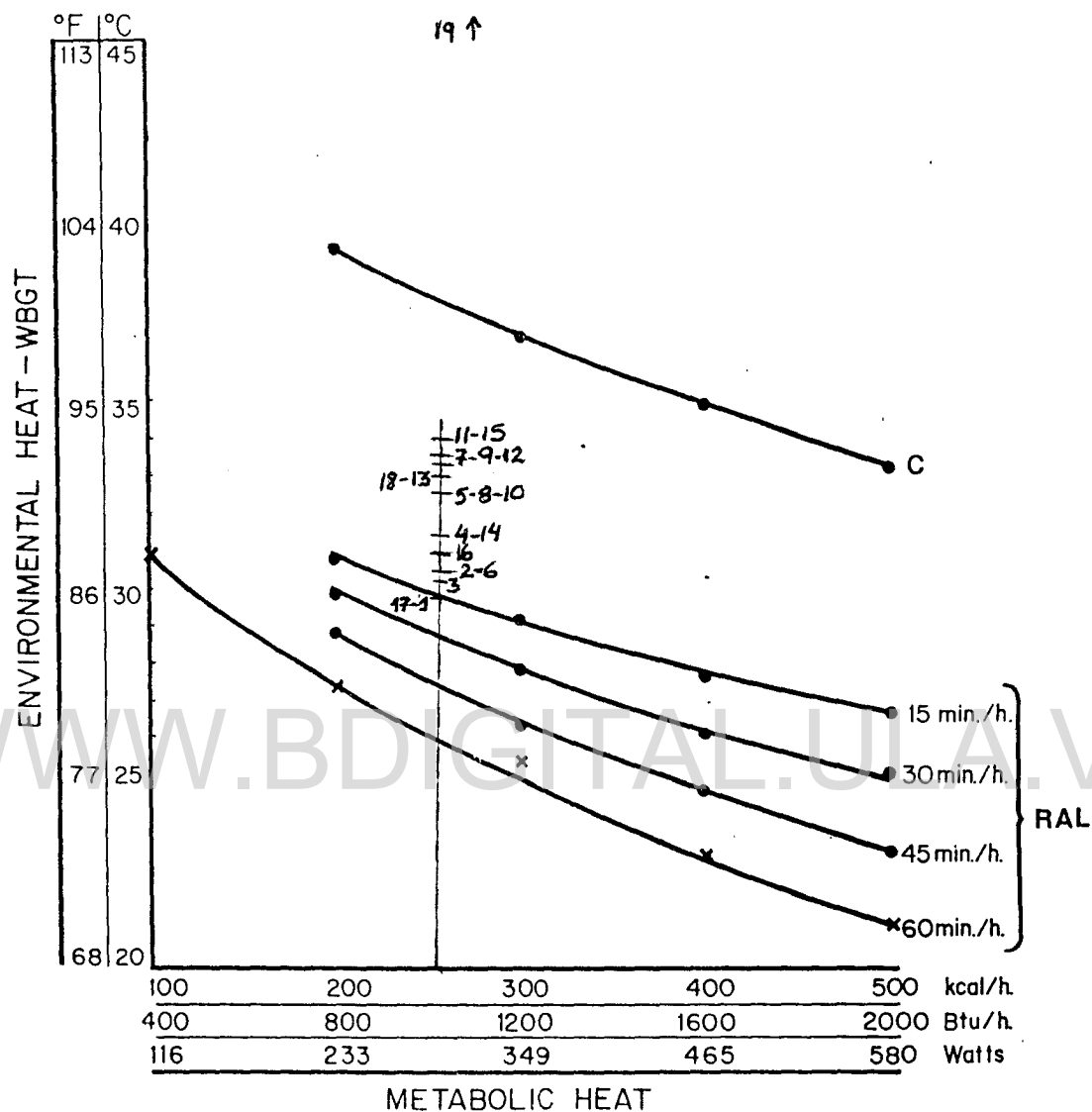
TGBH1: Índice TGBH calculado en condiciones de sombra

TGBH2: Índice TGBH calculado en condiciones de exposición solar directa

Licencia Creative Commons:

194

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

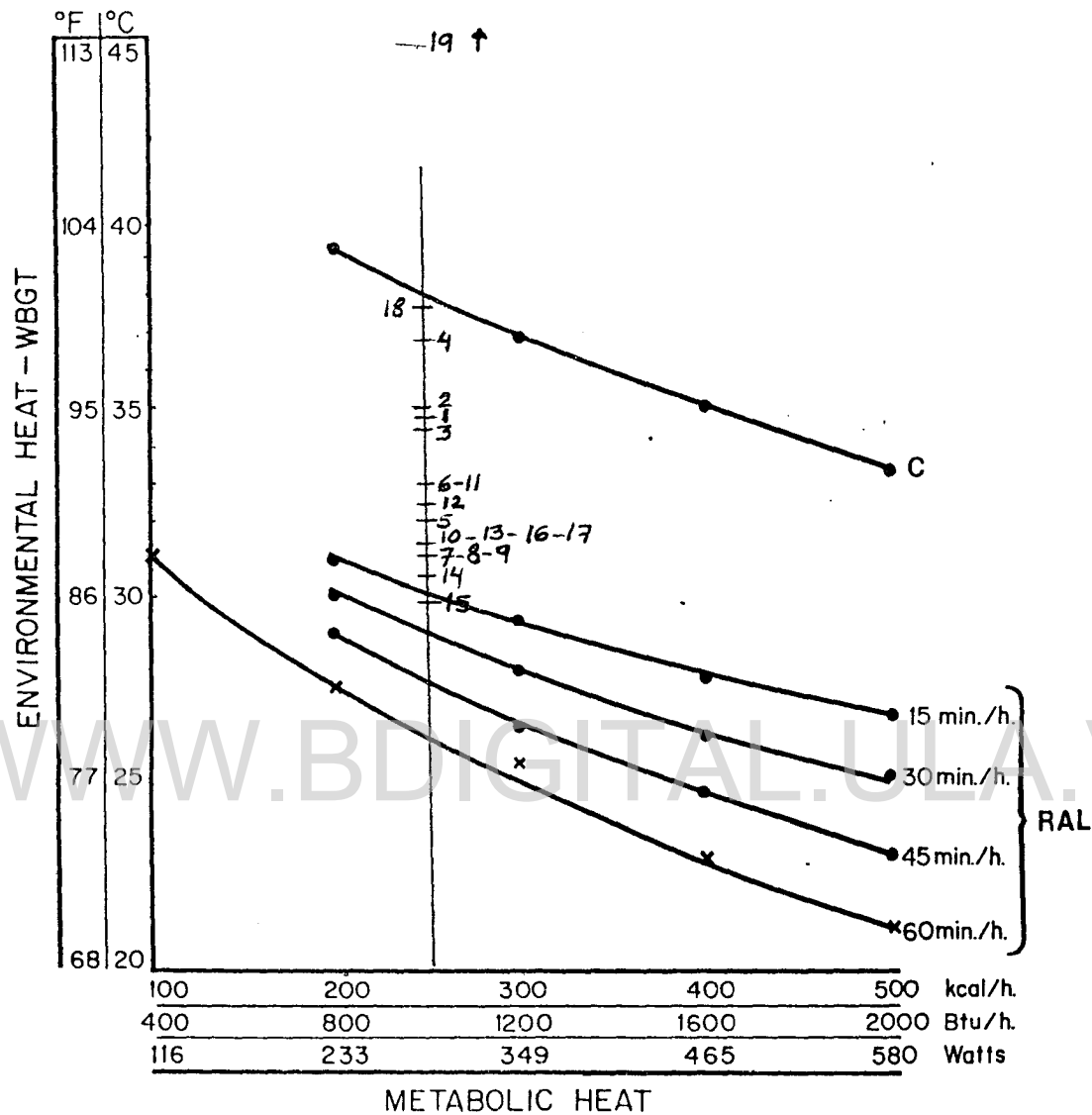


C = Límite techo

RAL = Límite de alerta recomendado

* Para "trabajador standard" de 70 Kg de peso y 1,8 m² de superficie corporal

Gráfica A.3.1.a) Límites de exposición para personas no aclimatadas al calor.
Mediciones diurnas

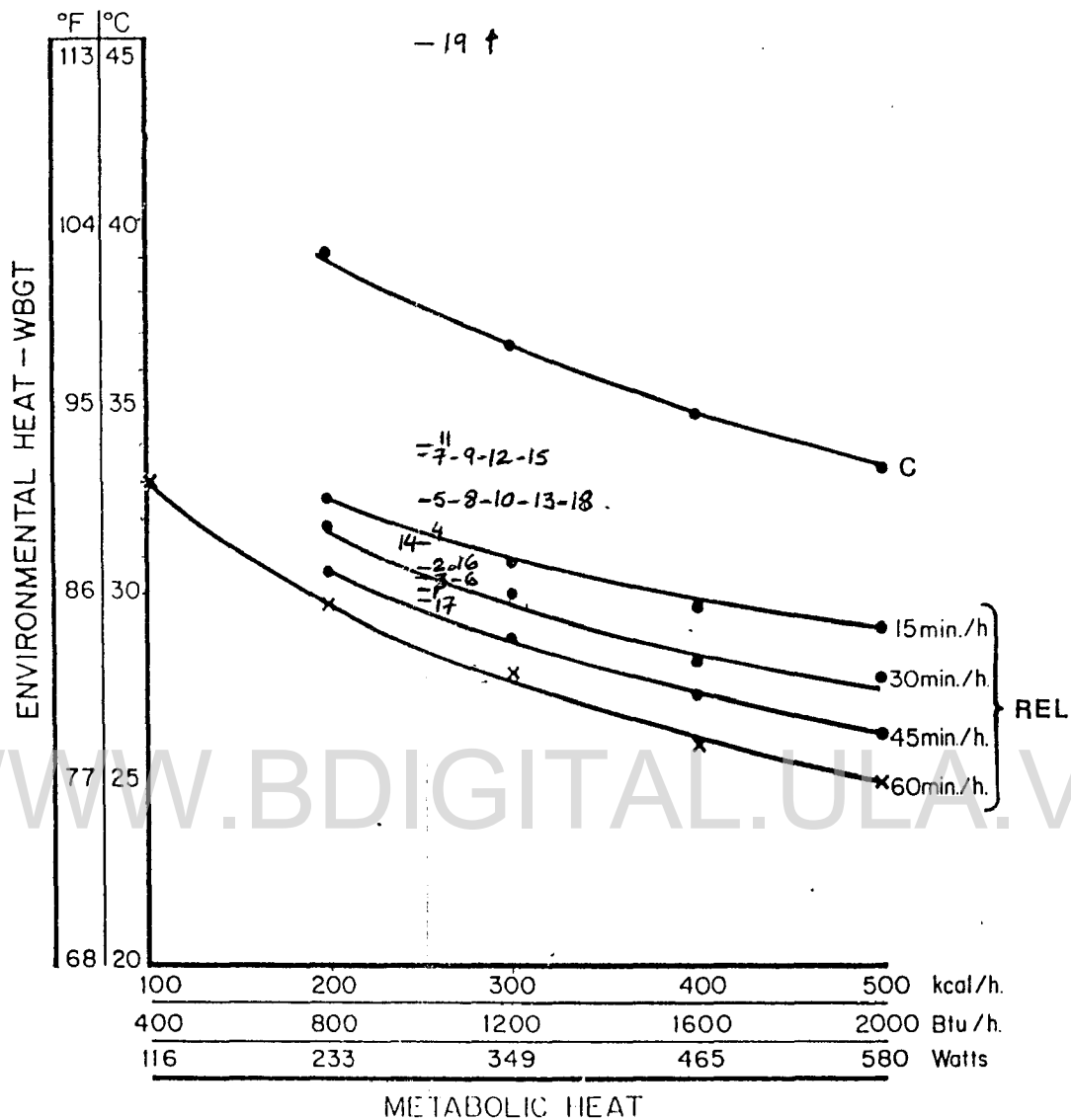


C = Límite techo

RAL = Límite de alerta recomendado

* Para "trabajador standard" de 70 Kg de peso y 1,8 m² de superficie corporal

Gráfica A.3.1.b) Límites de exposición para personas no aclimatadas al calor.
Mediciones nocturnas

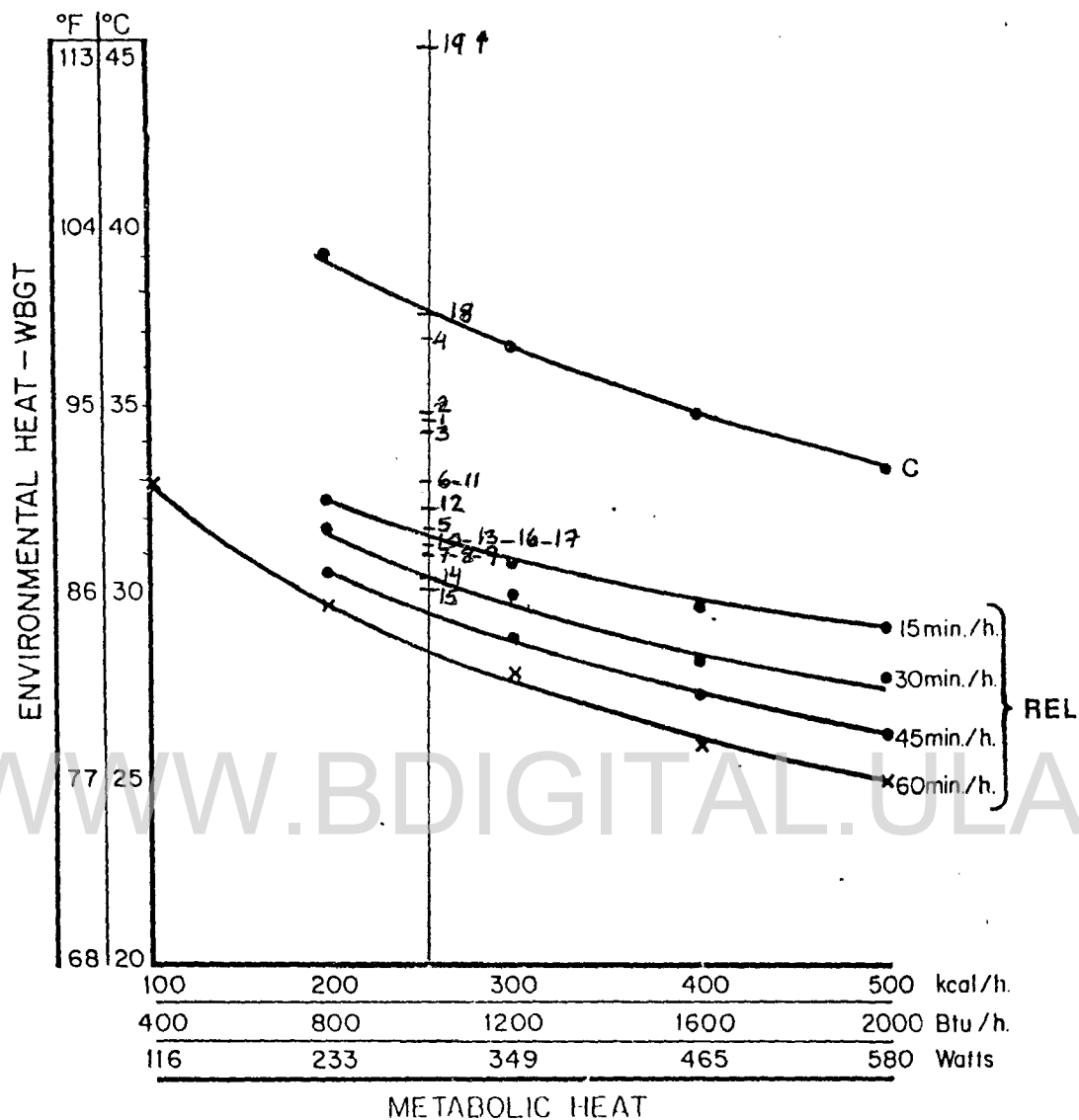


C = Límite techo

RAL = Límite de alerta recomendado

* Para "trabajador standard" de 70 Kg de peso y 1,8 m² de superficie corporal

Gráfica A.3.2.a) Límites de exposición para personas aclimatadas al calor.
Mediciones diurnas

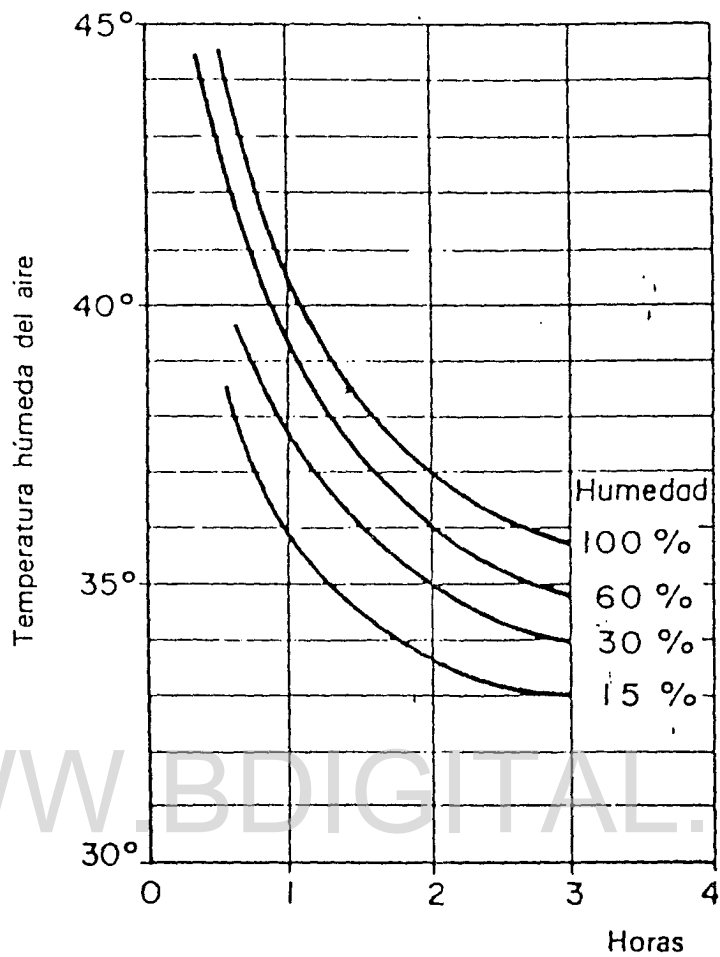


C = Límite techo

RAL = Límite de alerta recomendado

* Para "trabajador standard" de 70 Kg de peso y 1,8 m² de superficie corporal

Gráfica A.3.2.b) Límites de exposición para personas aclimatadas al calor.
Mediciones nocturnas



Gráfica A.3.3 Tiempos de Tolerancia en función de la Humedad Relativa

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.4.- Vibración

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.4.1. Resultados de las mediciones de vibración

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
1 Parado	X	1	130,5	101	0
		3	132,5	106,5	0
		6	132,5	105	0
		12	132,5	104	0
	Y	1	134	112,5	0
		3	134	109,5	0
		6	134	107,5	0
		12	134	108	1
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	120	7
		12	124	116,5	14
1 Sentado	X	1	123	104	0
		3	124	103	0
		6	127	101	0
		12	127	101	0
	Y	1	126,5	109	0
		3	126,5	107	0
		6	126,5	105	0
		12	129,5	104	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	116,5	7
		12	124	116,5	14
2 Parado	X	1	135	110,5	0
		3	135	107	0
		6	135	105	0
		12	138,5	107,5	1
	Y	1	128,5	110,5	0
		3	130,5	110,5	0
		6	130,5	110,5	1
		12	134,5	110,5	2
	Z	1	121,5	100	0
		3	125	109	0
		6	125	114	3
		12	125	115,5	11

Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
2 Sentado	X	1	134	107,5	0
		3	134	105	0
		6	134	103	0
		12	134	101	0
	Y	1	123	101	0
		3	127	103	0
		6	127	104	0
		12	135,5	103	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	120	7
		12	124	115,5	14
3	X	1	127	109	0
		3	131	110,5	0
		6	131	109,5	1
		12	131	109	1
	Y	1	131	109	0
		3	131	107,5	0
		6	131	108,5	0
		12	133	110	2
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	116,5	7
		12	124	118	14
4	X	1	129	110,5	0
		3	129	109	0
		6	129	108	0
		12	133	108	1
	Y	1	131	108,5	0
		3	131	108	0
		6	131	110	1
		12	131	110	2
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	120	7
		12	124	118	14

Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
5	X	1	115,5	100	0
		3	119	100	0
		6	119,5	100	0
		12	121	100	0
	Y	1	115	100	0
		3	119	100	0
		6	119,5	100	0
		12	122,5	100	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	127,5	119,5	7
		12	127,5	119,5	14
6	X	1	129	104	0
		3	129	103	0
		6	129	103	0
		12	129	101	0
	Y	1	110,5	100	0
		3	122	100	0
		6	130	101	0
		12	132	100	0
	Z	1	123,5	120	1
		3	123,5	120	3
		6	124	116,5	7
		12	124	118	14
7	X	1	122,5	101	0
		3	122,5	100	0
		6	123,5	100	0
		12	128	100	0
	Y	1	123,5	104	0
		3	123,5	101	0
		6	123,5	100	0
		12	123,5	100	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	125,5	120	7
		12	125,5	118	14

Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
8	X	1	123	101	0
		3	123	100	0
		6	123	100	0
		12	123	100	0
	Y	1	117,5	100	0
		3	117,5	100	0
		6	118,5	100	0
		12	118,5	100	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	116,5	7
		12	124	118	14
9	X	1	116	100	0
		3	118,5	100	0
		6	118,5	100	0
		12	121	100	0
	Y	1	130,5	105	0
		3	130,5	101	0
		6	130,5	100	0
		12	130,5	100	0
	Z	1	123	120	1
		3	123	120	3
		6	123,5	120	7
		12	124	120	14
10	X	1	121,5	101	0
		3	121,5	100	0
		6	121,5	100	0
		12	122	100	0
	Y	1	122,5	100	0
		3	123	100	0
		6	123,5	100	0
		12	125,5	101	0
	Z	1	123,5	120	1
		3	123,5	120	3
		6	123,5	120	7
		12	124	120	14

Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
11	X	1	133,5	115	0
		3	133,5	113	1
		6	139,5	111,5	4
		12			
	Y	1	131	115	0
		3	143	116	1
		6	143	115,5	9
		12			
	Z	1	123,5	120	2
		3	123,5	120	4
		6	123,5	120	7
		12			
12	X	1	126,5	109	0
		3	130,5	110	0
		6	130,5	111,5	1
		12			
	Y	1	132,5	111,5	0
		3	132,5	111	0
		6	133	110	1
		12			
	Z	1	123,5	120	1
		3	123,5	120	3
		6	124	120	7
		12			
13	X	1	138	118	5
		3	138	114,5	5
		6	138	113	6
		12			
	Y	1	132,5	113	0
		3	145,5	118	13
		6	145,5	117	14
		12			
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	120	7
		12			

Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
14	X	1	125,5	109	0
		3	132	110,5	0
		6	141,5	116,5	13
		12			
	Y	1	140,5	111,5	6
		3	140,5	115	7
		6	140,5	112,5	7
		12			
	Z	1	124	120	1
		3	124	120	3
		6	124	120	7
		12			
15	X	1	131	110	0
		3	132,5	109	0
		6	132,5	107,5	0
		12	132,5	103	0
	Y	1	118,5	101	0
		3	119	100	0
		6	119	100	0
		12	119	100	0
	Z	1	123,5	120	1
		3	123,5	120	3
		6	123,5	116,5	7
		12	124	116,5	14
16	X	1	105,5	100	0
		3	113	100	0
		6	118,5	100	0
		12	118,5	100	0
	Y	1	109	100	0
		3	109	100	0
		6	109	100	0
		12	109	100	0
	Z	1	124	120	1
		3	124	117,5	2
		6	124	114	2
		12	124	109,5	2

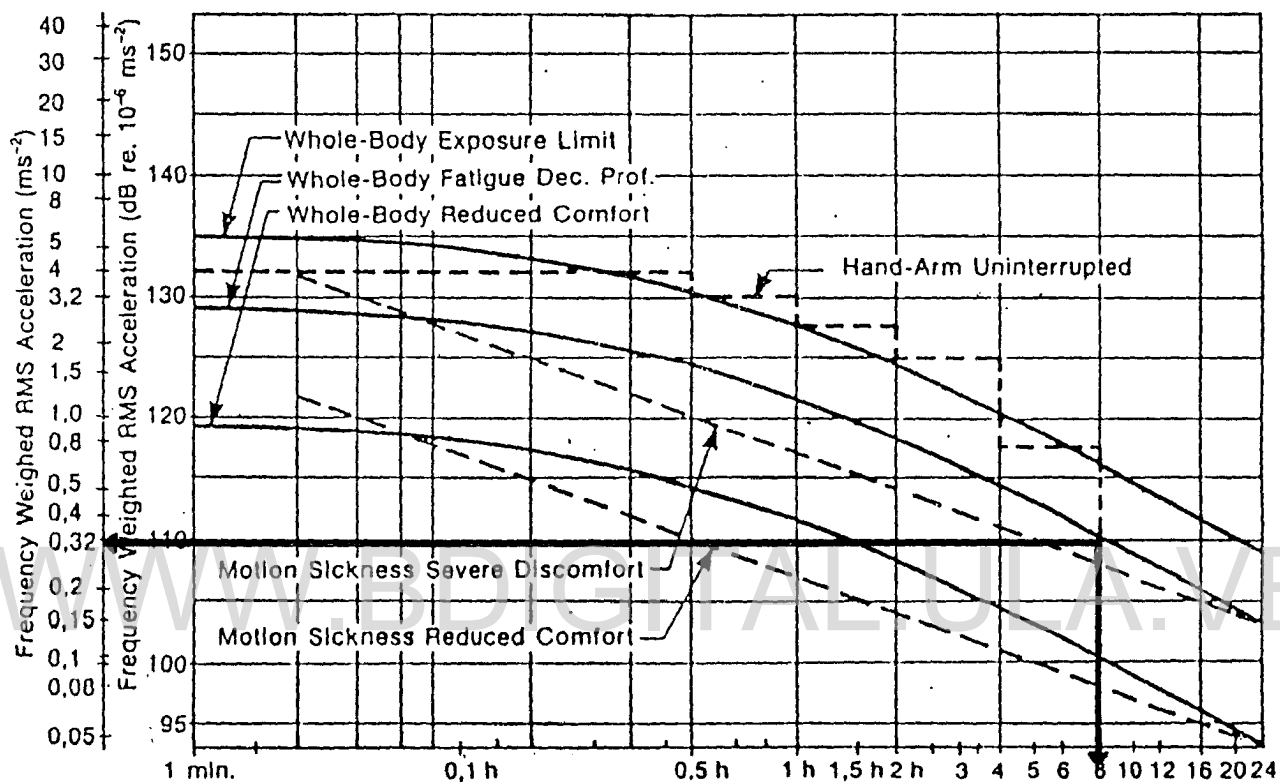
Tabla A.4.1. (Continuación)

PUNTO	COORDENADA	TIEMPO	PEAK dB	LEQ dB	EQ. EXP%
17	X	1	104	100	0
		3	107,5	100	0
		6	107,5	100	0
		12	109,5	100	0
	Y	1	105	100	0
		3	113	100	0
		6	115	100	0
		12	118,5	100	0
	Z	1	124	120	1
		3	125	117,5	2
		6	125	114	2
		12	125	109,5	2
18	X	1	126,5	109	0
		3	129	109	0
		6	139	111,5	4
		12			
	Y	1	131	112	0
		3	132	112	0
		6	132	112	1
		12			
	Z	1	124	120	1
		3	124,5	120	3
		6	124,5	120	7
		12			
19	X	1	129,5	110	0
		3	130	108	0
		6	130,5	108	0
		12			
	Y	1	135	112	0
		3	135	111,5	0
		6	135	111,5	1
		12			
	Z	1	123,5	120	1
		3	123,5	120	3
		6	123,5	120	7
		12			

Tabla A.4.2.- Cálculo de la aceleración eficaz

Ubicación	Posición	Nivel de vibración continua equivalente (Leq) (dB)												Medias aritméticas						Valor Eficaz A (m/seg ²)
		Ax				Ay				Az				X		Y		Z		
		Tiempo (min)				Tiempo (min)				Tiempo (min)				dB	m/seg ²	dB	m/seg ²	dB	m/seg ²	
		1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12							
1	P	101	107	105	104	113	110	108	108	120	120	120	117	104	0,16	110	0,31	119	0,92	0,98
	S	104	103	101	101	109	107	105	104	120	120	117	117	102	0,13	106	0,21	119	0,84	0,88
2	P	111	107	105	108	111	111	111	111	120	120	118	116	108	0,24	111	0,35	119	0,84	0,95
	S	108	105	103	101	101	103	104	103	120	120	120	116	104	0,16	103	0,14	119	0,89	0,92
3	P	109	111	110	109	109	108	109	110	120	120	117	118	110	0,31	109	0,28	119	0,87	0,96
4	P	111	109	108	108	109	108	110	110	120	120	120	118	109	0,28	109	0,29	120	0,94	1,03
5	P	100	100	100	100	100	100	100	100	120	120	120	120	100	0,10	100	0,10	120	1,00	1,01
6	P	104	103	103	101	100	100	101	100	120	120	117	118	103	0,14	100	0,10	119	0,87	0,88
7	P	101	100	100	100	104	101	100	100	120	120	120	118	100	0,10	101	0,12	120	0,94	0,96
8	P	101	100	100	100	100	100	100	100	120	120	117	118	100	0,10	100	0,10	119	0,87	0,88
9	P	100	100	100	100	105	101	100	100	120	120	120	120	100	0,10	102	0,12	120	1,00	1,01
10	P	101	100	100	100	100	100	100	101	120	120	120	120	100	0,10	100	0,10	120	1,00	1,01
11	P	115	113	112		115	116	116		120	120	120		113	0,46	116	0,61	120	1,00	1,26
12	P	109	110	112		112	111	110		120	120	120		110	0,33	111	0,35	120	1,00	1,11
13	P	118	115	113		113	118	117		120	120	120		115	0,58	116	0,63	120	1,00	1,32
14	P	109	111	117		112	115	113		120	120	120		112	0,41	113	0,46	120	1,00	1,18
15	P	110	109	108	103	101	100	100	100	120	120	117	117	108	0,24	100	0,10	119	0,84	0,88
16	P	100	100	100	100	100	100	100	100	120	118	114	110	100	0,10	100	0,10	116	0,60	0,61
17	P	100	100	100	100	100	100	100	100	120	118	114	110	100	0,10	100	0,10	116	0,60	0,61
18	P	109	109	112		112	112	112		120	120	120		110	0,32	112	0,40	120	1,00	1,12
19	P	110	108	108		112	112	112		120	120	120		109	0,27	112	0,40	120	1,00	1,11

P: Parado
S: Sentado



Gráfica A.4.1. Tiempo máximo de exposición en función de la aceleración

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.5.- Iluminación

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.5.1

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - PRIMER NIVEL

NIVEL DE PISO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
A						18	29	19	12	8	12	4	8	11	15	17	12	17	11	22	23	4	30	21	17	32	15	8					
B	0					21	11		22		18		2		3		9		16		11		22				11		0				
C																										27			0				
D						25	5		16		16		7		15		8		18		25		24				3		0				
E	2				172																					15							
F						21	4		11		13		15		15		5		13		2		7				24	11		14	8	8	
G	13		118	86	22																				16	1		3		0			
H	21			151	10							11									6				25	16		11	7	15	4	1	
I	14	27	20	18	17	36	8		8	32	13	22	18	27	24			16		48	27	22		16	19	28	10	10	1				
J	8				13	5		11	8	11	11		8	16	11			8			7	7		5	8		15		2				
K				3	0																					9							
L	4			2		0		0		16		19			22			4		5					3		10		4				
M	3		2	2	13		12		15	17		0		0		13		0		30		0		9		3			3				
N	0	8	13	14																								6	16	3			
O	0		11																														
P	0	0	0																														
Q																																	

Tabla A.5.2

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - SEGUNDO NIVEL

NIVEL DE PISO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
A						54		44		22		15		22		22		33		31		28		34		32	28	
B																												1
C																												
D			47		92		52		39		21		22		33		33		42		41		43				38	
E				62																							32	4
F		14	27	38	48	48		54		32		31		43		43		43		45		38		38		22	17	
G		323	183	323	484	9	108	108	75	22		27	129		183	162	108	140	162	27	86	151	75	43	32			
H			237		258	10	73	69	22	43			97		151	162	162		108	108	108	54	118	129	129	118		
I																												
J																												
K																												

Tabla A.5.3

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
 MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - TERCER NIVEL
 NIVEL DE PISO Y SOBRE PLANO DE TRABAJO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
A			150																																
B		404	81																																
C		484	47																																
D																																			
E																																			
F																																			
G																																			
H			183	262							18		43																						
I		646				592									5		8						8												
J																																			
K																																			

Tabla A.5.4

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - ISLA DE DISTRIBUCIÓN

NIVEL DE PISO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
A	6	9	6	3																								
B		14		3	2																							
C	9		7																									
D	7	9	7	5																								
E	5		9	4																								
F	3	4	10	20																								
G				34																								
H				32																								
I																												
J				69																								
K				22																								
L				62																								
M				37							5	3																
N					8	8						7																
O						8					7	7	4															
P						5	2		5												10	11						
Q						4	4		3		1	2	1	13	15	1	8	11	9									
R																						11						
S																					7	9	9	0	7		19	0
T																					8							
U																						22		8				
V																						22		12				

Tabla A.5.5

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - PLATAFORMA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

NIVEL DE PISO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A																								
B																								
C				30		18	8		107		5		13											
D															4					0				0
E																								
F																								

Tabla A.5.6

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - PLATAFORMAS DE ATRAQUE DE PERSONAL Y DE MATERIALES

NIVEL DE PISO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
A																																			
B																													3			10			
C																														0	3				
D																													11	8	1				
E																																			
F																																			
G																																			
H																																			
I		7																																	
J																																			
K																																			
L			8				14																												
M																																			
N	5		8		10		16																												
O			8																																
P																																			
Q																																			

Tabla A.5.7

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1
 MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - PRIMER NIVEL
 NIVEL DE INSTRUMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
A																																	
B																																	
C																									0,4								
D			172	807																													
E			118	162																													
F			194	345	129																												
G		258																								0							
H					10	5		3	4	11		36	0	3		3	4		0		2		11										
I					4	4	5	11	16	16		37	9	14		0	53		12	7	5		13										
J																	17																
K				2																					0,4	2							
L				2		6	4	3																		4							
M				2																													
N																																	
O																																	
P																																	
Q																																	

Tabla A.5.8

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - SEGUNDO NIVEL

NIVEL DE INSTRUMENTOS Y PLANOS DE TRABAJO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
A																											
B		430																									
C							23		23		8		8		16		7		22		8		15				
D																											
E								19		22		11		11		14	8		17		22		18				
F					21		24		25		16		16		17	15		22		29		22					
G		430					140		161		22		151	215	30	215	194		231			59	75	108			
H			592				3	167	140	11	140		108	269	194	280	75		204								

Tabla A.5.9

PLANTA COMPRESORA TÍA JUANA-1

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN - ISLA DE DISTRIBUCIÓN

NIVEL DE INSTRUMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
A								1	2	3																	
B			2																								
C		1																									
D																											
E																											
F																											
G																											
H																											
I																											
J																											
K																											
L																											
M					4	2																					
N						1		1	2	3																	
O				6																							
P				4			1															10					
Q				0	1			0	2																		
R																						9	6				
S																											
T																											
U																											9
V																											

Tabla A.5.10. Comparación de mediciones con normativa

ÁREA INFERIOR A LA SALA DE MÁQUINAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo principal	A6	18	C		
	A7	29	C		
	A8	19	C		
	A9	18	C		
	A10	8	NC		
	A11	12	C		
	A12	4	NC		
	A13	8	NC		
	A14	11	C		
	A15	15	C		
	A16	17	C		
	A17	12	C		
	A18	17	C		
	A19	11	C		
	A20	22	C		
	A21	23	C		
	A22	4	NC		
	A23	30	C		
	A24	21	C		
	Pasillo entre Taller Mecánico y T1-A	B6	21	C	
		D6	25	C	
		F6	21	C	
	Pasillo entre T1-A y T1-B	B7	11	C	
		D7	5	NC	
F7		4	NC		
Pasillo entre T1-B y T1-C	B9	22	C		
	D9	16	C		
	F9	11	C		
Pasillo entre T1-C y T2-A	B11	18	C		
	D11	16	C		
	F11	13	C		
Pasillo entre T2-A y T2-B	B13	2	NC		
	D13	7	NC		
	F13	15	C		
Pasillo entre T2-B y T3	B15	3	NC		
	D15	15	C		
	F15	15	C		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA INFERIOR A LA SALA DE MÁQUINAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo entre T-3 y T-4	B17	9	NC		
	D17	8	NC		
	F17	5	NC		
Pasillo entre T-4 y T-5	B19	16	C		
	D19	18	C		
	F19	13	C		
Pasillo entre T-5 y T-6	B21	11	C		
	D21	25	C		
	F21	2	NC		
Pasillo entre T-6 y T-7	B23	22	C		
	D23	24	C		
	F23	7	NC		
ÁREA DE ENFRIADORES					
Pasillo Central Depuradores	I4	18	C		
	I5	17	C	4	NC
	I6	36	C	4	NC
	I7	8	NC	5	NC
	I8			11	NC
	I9	8	NC	16	NC
	I10	32	C	16	NC
	I11	13	C		
	I12	22	C	32	NC
	I13	18	C	9	NC
	I14	27	C	14	NC
	I15	24	C		
	I16			0	NC
	I17			53	C
	I18	16	C		
	I19			12	NC
	I20	48	C	7	NC
	I21	27	C	5	NC
	I22	22	C		
	I23			13	NC
	I24	16	C		
	I25	19	C		
	I26	28	C		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DE ENFRIADORES						
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.		
	H5			10	NC	
	H6			5	NC	
	H8			3	NC	
	H9			4	NC	
	H10			11	NC	
	H12			36	NC	
	H13			0	NC	
	H14			3	NC	
	H16			3	NC	
	H17			4	NC	
	H19			0	NC	
	H21			2	NC	
	H23			11	NC	
Escalerillas	H20	6	NC			
	I27	10	C			
	J5	13	C			
	J10	11	C			
	J11	11	C			
	J13	8	NC			
	J14	16	C			
	J15	11	C			
	J17				17	NC
	J18	8	NC			
	J19	8	NC			
	J21	6	NC			
	J22	7	NC			
	J24	5	NC			
	J25	8	NC			
	M25	18	C			
Pasillo posterior a Depuradores	J5	13	C			
	J6	5	NC			
	J8	11	C			
Pasillo de Bombas	K4	3	NC	2	NC	
	L4	2	NC	2	NC	
	M4	2	NC	2	NC	
Pasillo Verticales de Succión	M5	13	C			
	M7	12	C			
	M9	15	C			

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DE ENFRIADORES					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo Posterior a Enfriadores	M10	17	C		
	M12	0	NC		
	M14	0	NC		
	M16	13	C		
	M18	0	NC		
	M20	30	C		
	M22	0	NC		
	M24	9	NC		
Pasillo sobre Enfriadores	L6	6	NC		
	L7	4	NC		
	L8	3	NC		
	L10	16	C		
	L12	19	C		
	L15	22	C		
	L18	4	NC		
	L20	5	NC		
	L22	2	NC		
	L25	3	NC		
ÁREA TORRES ABSORBEDORAS					
Parte Frontal	J27	15	C		
	K25			0,4	NC
	K26	9	NC	2	NC
	L26			4	NC
	L27	10	C		
Parte Posterior	I29	1	NC		
	J29	2	NC		
	L29	4	NC		
	M29	3	NC		
Plataforma de Lanzacochinos	N28	6	NC		
	N29	16	NC		
	N30	3	NC		
Escalerilla	H28	11	C		
	I28	10	C		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DE SERVICIOS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Área bajo Techo	A25	17	C	*95	
	A26	32	C	*129	
	B25			0,4	NC
	C26	17	C		
	E26	15	C		
	G26	16	C		
	H25	25	C		
	H26	16	C		
Área descubierta	A27	15	C		
	A28	8	NC		
	B27	11	C		
	B29	0	NC		
	C29	0	NC		
	D27	3	NC		
	D29	0	NC		
	F27	24	C		
	F28	11	C		
	G27	1	NC		
	G29	3	NC		
	H28	11	C		
H29	7	NC			
ÁREA : TAMBOR DE VENDEO DE ALTA					
Tambor de Venteo de alta	F30	14	C		
	F31	0	NC		
	F32	8	NC		
	G31	0	NC		
	H30	15	C		
	H31	4	NC		
	H32	1	NC		
ÁREA : TAMBOR DE VENDEO DE BAJA					
Tambor de Venteo de baja	N1	0	NC		
	N2	8	NC		
	N3	13	C		
	O1	0	NC		
	O3	11	C		
	P1	0	NC		
	P2	0	NC		
	P3	0	NC		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DEL TALLER MECÁNICO					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Taller Mecánico	D3			172	NC
	D4			807	C
	E3			118	NC
	E4			162	NC
	F3			345	C
	F4			129	NC
Pasillo de acceso a Taller	G5	22	C		
	H5	10	C		
Comedor	F2			194	NC
	G2			258	NC
Baño	G3	118	C		
	G4	86	NC		
	H4	151	C		
Pasillo este	B1	0	NC		
	E1	2	NC		
	G1	13	C		
	H1	21	C		
Área de Tránsito de enfriadores	I1	14	C		
	I2	27	C		
	I3	20	C		
	J1	8	NC		
	L1	4	NC		
	M1	3	NC		
	M3	2	NC		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DE SALA DE MÁQUINAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo sur	A6	54	C		
	A8	44	NC		
	A10	22	NC		
	A12	15	NC		
	A13	22	NC		
	A14	22	NC		
	A15	22	NC		
	A16	22	NC		
	A18	33	NC		
	A19	31	NC		
	A21	28	NC		
	A23	34	NC		
	A26	32	NC		
Pasillo norte	F6	48	NC		
	F8	54	C		
	F10	32	NC		
	F12	31	NC		
	F14	43	NC		
	F16	43	NC		
	F18	43	NC		
	F20	45	NC		
	F22	38	NC		
	F24	38	NC		
	F26	22	NC		
Pasillos inter.	C7			23	NC
	D7	52	C		
	E8			19	NC
	F8			24	NC
	C9			23	NC
	D9	39	NC		
	E10			22	NC
	F10			25	NC
	C11			8	NC
	D11	21	NC		
	E12			11	NC
	F12			16	NC
	C13			8	NC
D13	22	NC			

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA DE SALA DE MÁQUINAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
	E14			11	NC
	F14			16	NC
	C15			16	NC
	D15	33			
	E16			14	NC
	F16			17	NC
	C17			7	NC
	D17	33	NC		
	E17			8	NC
	F17			15	NC
	C19			22	NC
	D19	42	NC		
	E19			17	NC
	F19			22	NC
	C21			8	NC
	D21	41	NC		
	E21			22	NC
	F21			29	NC
	C23			15	NC
	D23	43	NC		
	E23			18	NC
	F23			22	NC
	D26	38	NC		
Escalera este	A27	28	C		
	B27	1	NC		
	E27	4	NC		
	F27	17	C		
ÁREA REPARACIÓN DE TURBINAS					
Zona Reparación de Turbinas	D3	47	NC		
	D5	92	NC		
	E4	62	NC		
	F2	14	NC		
	F3	27	NC		
	F4	38	NC		
	F5	48	NC		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA :SALA DE CONTROL					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Sala de Control	G13	129	NC	151	NC
	G14			215	NC
	G15	183	NC	30	NC
	G16	162	NC	215	NC
	G17	108	NC	194	NC
	G18	140	NC		
	G19	162	NC	231	NC
	H13	97	NC	108	NC
	H14			269	NC
	H15	151	NC	194	NC
	H16	162	NC	280	NC
	H17	162	NC	75	NC
	H19	108	NC	204	NC
	H20	108	NC		
Sala duplex este	G7	108		140	NC
	G8	108	NC		
	G9	75	NC	161	NC
	G10	22	NC		
	G11			22	NC
	H7	73	NC	3	NC
	H8	69	NC	167	NC
	H9	22	NC	140	NC
	H10	43	NC	11	NC
H11			140	NC	
Sala Duplex Oeste	G21	86	NC		
	G22	151	NC	59	NC
	G23	75	NC	75	NC
	G24	43	NC	108	NC
	G25	32	NC		
	H21	108	NC		
	H22	54	NC		
	H23	118	NC		
	H24	129	NC		
	H25	129	NC		
H26	118	NC			
Pasillos entre sala de control y duplex	G12	27	C		
	G20	27	C		
Escalera entre sala y oficinas	G6	9	NC		
	H6	10	NC		

Tabla A.5.10. (Continuación)

ÁREA: OFICINAS					
Oficina Proyecto	G2	323		430	C
Oficina Mecánico	H3	237		592	C
Pasillo de Oficinas	G3	183	C		
	G4	323	C		
	G5	484	C		
Baños	H5	258	C		
ÁREA : TALLER DE INSTRUMENTISTAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Taller Inst.	B1	323			
	B2	328			
	C1	267		430	
	C2	323			

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tabla A.5.10. (Continuación)

PLATAFORMAS DE PROCESO					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo de acceso al D-1	S21	9	NC		
	S22	9	NC		
	S23	0	NC		
	S24	7	NC		
	S26	19	C		
	S27	0	NC		
Plataforma del D-1	P20	10	C		
	P21	11	C	10	NC
	Q21			5	NC
	R20			9	NC
	R21	11	C	6	NC
	S20	7	NC		
	S21	9	NC		
	T20	8	NC		
	U19	22	C		
	U21	8	NC	9	
	V19	22	C		
	V21	12	C		
Pasillo entre D-1 e Isla	Q14	13	C		
	Q15	15	C		
	Q16	1	NC		
	Q17	8	NC		
	Q18	11	C		
	Q19	9	NC		
Escalerillas	Q12	2	NC		
	Q13	1	NC		
Isla de Distribución	M4	37	C		
	M5			4	NC
	M6			2	NC
	M11	5	NC		
	M12	3	NC		
	N5	8	NC		
	N6	8	NC	1	NC
	N8			1	NC
	N9			2	NC
	N10			3	NC
	O6	8	NC		
	O10	7	NC		
	O11	7	NC		
O12	4	NC			

Tabla A.5.10. (Continuación)

PLATAFORMAS DE PROCESO					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
	P6	5	NC		
	P7	2	NC		
	P9	5	NC		
	Q6	4	NC		
	Q7	4	NC		
	Q9	3	NC		
	Q11	1	NC		
Pasillo entre Isla y LL-604A	G4	34	C		
	H4	32	C		
	J4	69	C		
	K4	22	C		
	L4	62	C		
	M4	37	C		
Múltiple LL-604A	A1	6	NC		
	A4	3	NC		
	B3			2	NC
	B5	2	NC		
	C1	9	NC		
	C2			1	NC
	C3	7	NC		
	D4	5	NC		
	E1	5	NC		
	F1	3	NC		
Pasillo superior del MLL-604A	A2	9	NC		
	B2	14	C		
	D2	9	NC		
	F2	4	NC		
Escalerillas	A3	6	NC		
	B4	3	NC		
	D1	7	NC		
	D3	7	NC		
	E3	9	NC		
	E4	4	NC		
	F3	10	C		
	F4	20	C		

Tabla A.5.10. (Continuación)

IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Taller Electricistas	B2			404	C
	C2			484	C
Escalera Taller	A3	150	C		
	B3	81	C		
	C3	47	C		
Oficina Supervisor	I2			646	C
Oficina Ingeniería	I6			592	C
Pasillo Oficinas	H3	183	C		
Escalera Oficinas	H4	262	C		
Sala Resistor Este	H11			18	NC
	H13			43	NC
Sala de aire de las Turbinas	I17	8	NC		
	I22	8	NC		
Sala Resistor Oeste	H28			30	NC
	H30			32	NC

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Tabla A.5.10. (Continuación)

PLATAFORMA BCI

ÁREA : ISLA DE BOMBAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Pasillo de acceso a Plataf. Transf.	D20	0	NC		
	D24	0	NC		
Plataf. Transf.	D15	4	NC		
Pasillo de acceso a Plataf. BCI	C6	18	C		
	C7	8	NC		
	C9	107	C		
	C11	5	NC		
	C13	13	C		
Plataf. BCI	C4	30	C		

PLANCHADAS DE ATRAQUE

ÁREA: PLATAFORMAS					
IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	PISO		INST.	
Planchada Materiales	I2	7	NC		
	L3	8	NC		
	L7	14	C		
	M3	8	NC		
	M5	10	C		
	M7	16	C		
	N1	5	NC		
Escalera P. M	N3	8	NC		
Planchada de Personal	B28	3	NC		
	B31	10	C		
	D30	1	NC		
	D29	11	C		
	D30	8	NC		
	C30	3	NC		
	C29	0	NC		

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.6.- Radiaciones ionizantes

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.6.1.- Resultados de las mediciones

Punto	Ubicación	Radiación (μ Rem/h)	Radiación (m Rem/h)
1	Líneas de entrada de gas de baja presión a la planta	13	0.013
2	Múltiple de succión de $\phi 48''$	14	0.014
3	Parte inferior del depurador S-0C	8	0.008
4	Salida de gas del depurador S-0B	13	0.013
5	Parte inferior del depurador S-1A	13	0.013
6	Cabezal de condensado de baja presión	6	0.006
7	Parte inferior del depurador S-2B	14	0.014
8	Salida de gas del depurador S-2B	15	0.015
9	Parte inferior del depurador S-9	15	0.015
10	Descarga de compresor C-6	15	0.015
11	Parte inferior del depurador S-7	15	0.015
12	Cabezal de condensado de alta presión	15	0.015
13	Línea de descarga de planta	9	0.009
14	Parte inferior de tores asorbedoras	16	0.016
15	Parte inferior del depurador de condensado de alta presión D-1	17	0.017
16	Isla de Distribución: Múltiple de Gas Lift	6	0.006
17	Isla de Distribución: Línea de gas húmedo de Bachaquero	11	0.011
18	Isla de Distribución: Línea de inyección al pozo 1981	12	0.012

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.7.- Radiaciones No Ionizantes

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.7.1.- Resultados de las mediciones de Radiaciones No Ionizantes

Punto	Zona	Bx	By	Bz	B (miligauss)	B (mTesla)
1	cara	17	10	10	22,11	0.0022
	pecho	20	10	20	30,00	0.0030
	caderas	20	12	25	34,19	0.0034
2	cara	2	1	4	4,58	0.0005
	pecho	6	2	6	8,71	0.0009
	cadera	9	3	2	9,69	0.0010
3	cara	8	5	13	16,06	0.0016
	pecho	8	6	6	11,66	0.0012
	cadera	13	4	5	14,49	0.0014
4	cara	20	20	40	48,98	0.0049
	pecho	35	20	60	72,28	0.0072
	cadera	110	65	145	193,26	0.0193
5	cara	40	16	18	46,69	0.0047
	pecho	58	18	28	66,87	0.0067
	cadera	55	10	20	59,37	0.0059
6	cara	0,4	0,6	0,6	0,93	0.0001
	pecho	0,6	0,7	0,4	1,00	0.0001
	cadera	0,7	0,75	0,4	1,10	0.0001
7	cara	0,1	0,2	0,25	0,33	0
	pecho	0,15	0,25	0,4	0,49	0
	cadera	0,6	0,7	0,6	1,10	0.0001
8	cara	2	1	3	3,74	0.0004
	pecho	4	3	3	5,83	0.0006
	cadera	4	3	4	6,40	0.0006
9	cara	0,5	1,1	0,6	1,34	0.0001
	pecho	0,6	0,3	0,6	0,90	0.0001
	cadera	0,8	1,0	0,7	1,45	0.0001
10	cara	0,8	1,3	0,5	1,60	0.0002
	pecho	0,8	1,25	0,4	1,53	0.0002
	cadera	1,2	1,35	0,5	1,87	0.0002
11	cara	2	20	5	20,71	0.0021
	pecho	7	50	20	54,30	0.0054
	cadera	20	100	80	129,61	0.0130
12	cara	1	5	1,8	5,40	0.0005
	pecho	1,2	3	1,2	3,44	0.0003
	cadera	1,3	2	0,8	2,51	0.0003

WWW.BDIGITALUIA.VE
ANEXO A.8.- Especificaciones Técnicas de Productos Químicos

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL :	METANO
FABRICANTE O PROVEEDOR:	N/D
SINÓNIMOS:	Gas marsh, gas de pantanos, hidruro de metilo, grisú.
FORMULA QUÍMICA:	CH ₄
USOS:	Síntesis química, combustible.

II. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PUNTO DE Ebullición, 760 mmHg: -161,5 °C	PUNTO DE FUSIÓN: -182,6 °C
GRAVEDAD ESPECIFICA (H ₂ O = 1): 0,415 (-164 °C, líquido)	PRESIÓN DE VAPOR: N/D
DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1): 0,554	SOLUBILIDAD EN AGUA (% peso) Ligeramente soluble.
% VOLÁTILES POR VOLUMEN: N/D	P.M.: 16,04
DESCRIPCIÓN: Gas incoloro e inodoro. Es un asfixiante simple. Soluble en éter, solventes orgánicos, alcohol etílico. Es más ligero que el aire. Inflamable.	

III. PROPIEDADES EXPLOSIVAS Y DE INFLAMACIÓN

PUNTO DE IGNICIÓN: 540 °C (1004 °F)
PUNTO DE INFLAMACIÓN: -180,0 °C (-290 °F). Altamente inflamable.
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE, % VOL: INF: 5,3 SUP: 15
AGENTE DE EXTINCIÓN: Use extintores de incendio de polvo químico seco (PQS) o CO ₂ .
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR EL FUEGO: Eliminación de toda fuente de ignición. Detener el flujo de gas. Enfríe los recipientes expuestos al fuego con agua. Si no es posible detener el flujo de gas y no existen riesgos en los alrededores, permita que el fuego queme el gas. Motores a prueba de explosión.
PELIGROS DE EXPLOSIÓN Y DE FUEGOS IMPREVISTOS: Elevado riesgo de fuego y/o explosión al exponerlo al calor o llama directa.

IV. INGREDIENTES ACTIVOS

MATERIAL O COMPUESTO	ANTÍDOTOS
METANO	

V. RIESGOS A LA SALUD

LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE: No hay límite de exposición permisible. El factor limitante es la disponibilidad de oxígeno (18 % mínimo en volumen a presión atmosférica).
RUTAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO: Inhalación.
TOXICOLOGÍA: El metano no es tóxico pero en altas concentraciones puede causar narcosis, asfixia e inconciencia debido a la deficiencia de oxígeno.
PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE EMERGENCIA: Sintomático y de fortalecimiento general.
OJOS: N/A
PIEL: N/A
INGESTIÓN: N/A
INHALACIÓN: Lleve a lugar ventilado y fresco. Si la víctima está consciente dele respiración artificial.

VI. DATOS DE REACTIVIDAD DEL PRODUCTO

ESTABLE SI CONDICIONES A EVITAR: NO --x-- Calor, llama directa, contacto con el aire.
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR): Halógenos, interhalógenos, oxidantes, aire, oxígeno líquido.
PRODUCTOS PELIGROSOS EN DESCOMPOSICIÓN: CO, CO ₂

VII. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

PASOS A SEGUIR SI OCURRE UN DERRAME O FUGA DEL MATERIAL: Cierre el flujo de gas en caso de fuga. Use protección respiratoria., enfríe los tanques de almacenamiento con agua. remueva el tanque o cilindro a un área abierta y permita su disipación en la atmósfera.
MÉTODO DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS: Incineración

VIII. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Aparatos de aire autocontenido (espacios confinados). Máscara con cartucho químico contra vapores orgánicos (ambientes abiertos).
TIPO DE VENTILACIÓN: Ventilación general y extracción local.
TIPO DE GUANTES DE PROTECCIÓN: Guantes de neopreno.
TIPO DE LENTES DE PROTECCIÓN: Lentes de seguridad con protección lateral.
EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL: En caso de manejo de cilindros, bragas y botas con punteras de acero.

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL: Almacene en lugar ventilado y frío. Evite calentar el producto.
RECOMENDACIONES MEDICAS: OTROS: Debido a su baja densidad se acumula en zonas escasamente ventiladas produciendo una atmósfera altamente asfixiante.

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL : MONOXIDO DE CARBONO
FABRICANTE O PROVEEDOR: N/D
SINÓNIMOS: Oxido carbónico, carbonio.
FORMULA QUÍMICA: CO
USOS: Síntesis orgánica, especialmente en el proceso para producir productos de petróleo y en oxo-reacciones, industria metalúrgica como agente reductor.

II. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PUNTO DE ebullición, 760 mmHg: -191,5 °C	PUNTO DE FUSIÓN: -207,0 °C
GRAVEDAD ESPECIFICA (H2O = 1): 0,791 (-192,2 °C, líquido)	PRESIÓN DE VAPOR: 58,8 bar (20 °C)
DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1): 0,81	SOLUBILIDAD EN AGUA (% peso) Insoluble.
% VOLÁTILES POR VOLUMEN: N/A	P.M.: 28,01
DESCRIPCIÓN: Gas incoloro e inodoro. Asfixiante químico. Venenoso, inflamable, produce vapores visibles, soluble en alcohol etílico, benceno.	

III. PROPIEDADES EXPLOSIVAS Y DE INFLAMACIÓN

PUNTO DE IGNICIÓN: 609,0 °C (1128 °F)
PUNTO DE INFLAMACIÓN: Gas inflamable.
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE, % VOL: INF: 12,5 SUP: 74,0
AGENTE DE EXTINCIÓN: PQS, CO2. Enfríe los recipientes expuestos al fuego con agua.
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR EL FUEGO: Si es posible, detenga el flujo de gas. En caso contrario permita que el fuego consuma el gas. Utilizar equipo de protección respiratoria para extinguir el fuego. Motores a prueba de explosión.
PELIGROS DE EXPLOSIÓN Y DE FUEGOS IMPREVISTOS: Elevado riesgo de fuego y/o explosión al exponerlo al calor o fuego. Los recipientes (cilindros) pueden explotar con el fuego.

IV. INGREDIENTES ACTIVOS

MATERIAL O COMPUESTO MONOXIDO DE CARBONO	ANTÍDOTOS
---	-----------

V. RIESGOS A LA SALUD

LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE: 25 ppm.
RUTAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO: Inhalación.
TOXICOLOGÍA: Causa sopor e inconciencia debido a la anoxia resultante de la combinación del CO con la hemoglobina. En bajas concentraciones el gas causa dolor de cabeza, náuseas, debilidad, confusión mental, alucinaciones, depresión, incremento de la respiración, alteraciones del ritmo cardíaco. En casos graves inconciencia, convulsiones, muerte.
PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE EMERGENCIA: Llame al médico. Sintomático y de fortalecimiento general.
OJOS: N/A
PIEL: N/A
INGESTIÓN: N/A
INHALACIÓN: En ambientes cerrados la muerte sobreviene en minutos. Lleve a lugar ventilado y fresco. Mantenga abrigado y en reposo. Suministre respiración artificial y oxígeno. transporte con el médico cuanto antes.

VI. DATOS DE REACTIVIDAD DEL PRODUCTO

ESTABLE SI NO --x-- CONDICIONES A EVITAR: Calor, llama, chispas.
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR): Agentes oxidantes fuertes, fluoruros, halógenos, metales.
PRODUCTOS PELIGROSOS EN DESCOMPOSICIÓN: N/A

VII. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

PASOS A SEGUIR SI OCURRE UN DERRAME O FUGA DEL MATERIAL: Detenga el flujo de gas. Evacuar de inmediato el área. Use protección respiratoria. Traslade el cilindro a sitio seguro y permita su disipación en la atmósfera.
MÉTODO DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS: Incineración

VIII. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Máscara antigas con cartucho apropiado para uso corto. En áreas con alta concentración equipo respiratorio autocontenido.
TIPO DE VENTILACIÓN: Extracción local.
TIPO DE GUANTES DE PROTECCIÓN: Guantes de protección aislantes del frío.
TIPO DE LENTES DE PROTECCIÓN: N/D
EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL: Braga mangas largas.

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL: Almacenar en frío.
RECOMENDACIONES MEDICAS: Test de diagnóstico : carboxihemoglobina desde 10% en adelante.
OTROS: Se puede presentar bronconeumonía en la intoxicación grave.

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL :	NALCO 3905
FABRICANTE O PROVEEDOR:	NALCO DE VENEZUELA C.A.
SINÓNIMOS:	N/A. Sustitutos: Defy, Inhibiting Fluid WD 40, darathene, Nalco 193, Nalco 19HA, Nalco 19H.
FORMULA QUÍMICA:	N/A. Mezcla de compuestos : Morfolina, Amoniaco.
USOS:	Inhibidor de corrosión.

II. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PUNTO DE EBULLICIÓN, 760 mmHg:	76 °C	PUNTO DE FUSIÓN:	N/D
GRAVEDAD ESPECIFICA (H2O = 1):	0,947	PRESIÓN DE VAPOR	N/D
DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1):	N/D	SOLUBILIDAD EN AGUA (% peso)	N/D
% VOLÁTILES POR VOLUMEN:	N/D	P.M.:	N/A
DESCRIPCIÓN:	Líquido color ámbar oscuro y olor amoniacal. La viscosidad es de 70 cps, pH = 10, tóxico, inflamable, corrosivo.		

III. PROPIEDADES EXPLOSIVAS Y DE INFLAMACIÓN

PUNTO DE IGNICIÓN:	N/D para el producto. Morfolina: 310 °C (590 °F), Amoniaco: 651 °C.
PUNTO DE INFLAMACIÓN:	Producto: 45 °C (115 °F), Morfolina: 38 °C (100 °F), Amoniaco: no inflamable.
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE, % VOL:	N/D producto. Morfolina : 1,8 - 10,8 Amoniaco : 15,5 - 27,0
AGENTE DE EXTINCIÓN:	Use extintores de incendio de polvo químico seco (PQS), espuma o CO2.
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR EL FUEGO:	Eliminación de toda fuente de ignición. Enfríe los recipientes expuestos al fuego con agua.
PELIGROS DE EXPLOSIÓN Y DE FUEGOS IMPREVISTOS:	Riesgo moderado de incendio y/o explosión al exponerlo al calor o llama. Los vapores pueden explotar si se encuentran en áreas cerradas.

IV. INGREDIENTES ACTIVOS

MATERIAL O COMPUESTO	ANTÍDOTOS
MORFOLINA	
AMONIACO	

V. RIESGOS A LA SALUD

LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE: No establecido para el producto. Morfolina = 20 ppm (piel), amoniaco = 25 ppm.
RUTAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO: Inhalación, ingestión, contacto.
TOXICOLOGÍA: Provoca irritación de los ojos, piel y membranas mucosas. Su inhalación puede ser causa de edema pulmonar. Si se ingiere puede causar daño a los riñones, hígado. La inhalación causa náuseas, dolor de cabeza y dificultad para respirar.
PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE EMERGENCIA: Llame al médico. Sintomático y de fortalecimiento general.
OJOS: Lave inmediatamente con abundante agua, durante 15 minutos.
PIEL: Retire toda la ropa contaminada. Lave la parte afectada con agua en cantidad.
INGESTIÓN: Lave la boca con agua. Si la víctima está consciente dele a beber abundante agua o leche.
INHALACIÓN: Lleve a lugar ventilado y fresco. Mantenga en reposo. Dele respiración artificial si fuese necesario.

VI. DATOS DE REACTIVIDAD DEL PRODUCTO

ESTABLE SI NO --x-- CONDICIONES A EVITAR: Calor.
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR): Oxidantes, ácidos, ácidos clorados.
PRODUCTOS PELIGROSOS EN DESCOMPOSICIÓN: Los productos de la combustión son CO, CO ₂ , Nox y NH ₃ .

VII. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

PASOS A SEGUIR SI OCURRE UN DERRAME O FUGA DEL MATERIAL: Ventile el área en caso de derrame. Usar protección respiratoria. recoja con material absorbente (arena, tierra, soda ash). Recoja por medios mecánicos.
MÉTODO DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS: A) Incineración. B) Dilución, neutralización.

VIII. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Máscara con cartucho contra vapores de amoniaco o equipo respiratorio autocontenido o suplido por aire.
TIPO DE VENTILACIÓN: Extracción local.
TIPO DE GUANTES DE PROTECCIÓN: Guantes de neopreno o butilo.
TIPO DE LENTES DE PROTECCIÓN: Lentes contra salpicaduras de químicos.
EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL: Camisa con manga larga.

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL: Almacenar en lugar frío y seco. Evitar contacto con ácidos y oxidantes.
RECOMENDACIONES MÉDICAS: Exámenes médicos periódicos con especial atención al aparato respiratorio.
OTROS: No inhale sus vapores. Umbral de olor (Morfolina): 0,01 ppm.

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL :
CORO
FABRICANTE O PROVEEDOR:
PEQUIVEN
SINÓNIMOS:
Ninguno.
FORMULA QUÍMICA:
Cl ₂
USOS:
Blanqueador, desinfectante, síntesis química (producción de compuestos clorados, orgánicos e inorgánicos).

II. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PUNTO DE Ebullición, 760 mmHg: -34,5 °C	PUNTO DE FUSIÓN: -101 °C (-149 °F)
GRAVEDAD ESPECIFICA (H ₂ O = 1): 1,56 (20 °C)	PRESIÓN DE VAPOR: 7,9 atm (20 °C)
DENSIDAD DE VAPOR (aire = 1): 2,49	SOLUBILIDAD EN AGUA (% peso) 7,3 % soluble.
% VOLÁTILES POR VOLUMEN: N/D	P.M.: 70,91
DESCRIPCIÓN: Líquido amarillo o gas amarillo verdoso con olor irritante, característico. No inflamable, venenoso, soluble en álcalis, reacciona al contacto con el agua, es fuertemente oxidante.	

III. PROPIEDADES EXPLOSIVAS Y DE INFLAMACIÓN

PUNTO DE IGNICIÓN: No inflamable.
PUNTO DE INFLAMACIÓN: No inflamable y no combustible.
LIMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE, % VOL: N/A
AGENTE DE EXTINCIÓN: En caso de incendio, enfríe los cilindros con agua.
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR EL FUEGO: Mantener alejado de hidrógeno, acetileno, amoníaco e inflamables en general. Se producen gases venenosos en el fuego.
PELIGROS DE EXPLOSIÓN Y DE FUEGOS IMPREVISTOS: Forma mezclas explosivas inflamables con hidrógeno, éter, amoníaco, turpentina, hidrocarburos y algunos metales pulverizados. No es combustible pero reacciona con otros compuestos y causa fuego y explosión.

IV. INGREDIENTES ACTIVOS

MATERIAL O COMPUESTO	ANTÍDOTOS
CORO	

V. RIESGOS A LA SALUD

LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE: 1 ppm. peligro a la vida : 25 ppm.
RUTAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO: Inhalación, contacto, ingestión.
TOXICOLOGÍA: Provoca irritación de los ojos, nariz y garganta. Su inhalación provoca opresión torácica, dificultad en respirar, dolor de cabeza, salivación, náuseas, bronquitis química, edema pulmonar agudo, en casos graves la muerte. Al ingerirlo provoca quemaduras en el esófago y estómago, con posible perforación y hemorragia en el estómago, convulsiones y muerte. su contacto con los ojos provoca conjuntivitis y ulceraciones.
PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE EMERGENCIA: Llame al médico. Sintomático y de fortalecimiento general.
OJOS: No usar lentes de contacto en el trabajo. Lave con agua inmediatamente durante 15 minutos o más. Conseguir ayuda médica.
PIEL: Quitar de inmediato la ropa que se halla contaminado y lavar la piel con agua. Si hay irritación o quemaduras acudir al médico.
INGESTIÓN: Suministre abundante agua.
INHALACIÓN: Lleve a lugar ventilado, si la respiración es difícil emplear el método de reanimación cardiopulmonar, abrigar al paciente. Conseguir atención médica lo antes posible. Evitar el establecimiento de un edema agudo pulmonar.

VI. DATOS DE REACTIVIDAD DEL PRODUCTO

ESTABLE SI NO --x-- CONDICIONES A EVITAR: Altas temperaturas. Ataca todos los metales en presencia de humedad.
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR): Alcoholes, aluminio, bromuros, glicerol, hidrocarburos, hidrógeno, compuestos de nitrógeno o fósforo, silicones, acero, goma sintética, trialkilboratos, dióxido de tungsteno, metales, dieteil, éter, flúor, polychlorobifenil, terbutanol, metales finamente divididos.
PRODUCTOS PELIGROSOS EN DESCOMPOSICIÓN: Cuando se calienta emite humos tóxicos corrosivos de HCl.

VII. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

PASOS A SEGUIR SI OCURRE UN DERRAME O FUGA DEL MATERIAL: Ventilar la zona para dispersar el gas. Si no puede detener la fuga, traslade el cilindro al aire libre y deje que éste se vacíe a través de un agente reductor (bicarbonato o sulfuro de sodio). Si es líquido cubralo con un agente reductor (bisulfito o sales de hierro).
MÉTODO DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS: Añada posteriormente H ₂ SO ₄ -3M para tener una reducción rápida. Neutralize la solución con soda ash, descargue.

VIII. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Máscara con filtro químico para cloro o respiración autocontenida o suplido de aire para concentraciones > 25 ppm. No usar absorbentes oxidables.
TIPO DE VENTILACIÓN: Extracción local.
TIPO DE GUANTES DE PROTECCIÓN: Guantes de caucho natural.
TIPO DE LENTES DE PROTECCIÓN: Lentes contra salpicaduras de productos químicos ajustados a la cara.

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES

MEDIDAS DE PRECAUCIÓN EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL:
Almacenar en lugar ventilado, frío. Deben asegurarse cubiertas protectoras de las válvulas.
RECOMENDACIONES MEDICAS:
Exámenes periódicos de los pulmones. Excluir de la exposición a personas con afecciones cardiopulmonares.
OTROS:
El cloro ataca algunos tipos de plásticos, cauchos y revestimientos. Umbral de olor : 3,5 ppm. Mezclas de hidrógeno, amonio y acetileno son explosivas.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

NOMBRE COMERCIAL: ENFORCE
FABRICANTE O PROVEEDOR: NATIONAL CHEMSSEARCH S.A.
DESCRIPCIÓN: Líquido de color verde y olor etéreo. El pH del producto puro es de 12,2. En disolución 1:50 el pH es de 11,1 (álcali fuerte).
USOS: Solvente desengrasador de superficies metálicas, maquinarias, concreto y otras superficies. No se debe usar sobre aluminio anodizado o vidrio.
RIESGOS AL FUEGO: No es inflamable.
RIESGOS A LA SALUD: Contiene un éter, amonio cuaternario, amina, fosfato de sodio, compuesto etoxilado y agua. Debe evitarse su contacto con los ojos, ya que puede ocasionar daños a la cornea. Sus vapores causan irritación a los ojos, nariz y garganta. El éter glicol contenido es muy tóxico a la salud, pero como su dosificación dentro del producto es muy baja, se puede considerar que no involucra un grave peligro a la salud. La absorción de esta materia activa podría causar un cuadro anormal en la sangre, que inclusive podría llegar a la emanación de sangre con la orina.
PRIMEROS AUXILIOS: 1. Si el químico cae en los ojos, lávese éstos inmediatamente con abundante agua moviendo los párpados. Busque atención médica inmediatamente. 2. Si el producto cae sobre la piel, lávese prontamente la parte afectada con jabón o un detergente suave. Si contamina la ropa, quítesela inmediatamente y laven la piel como se indicó anteriormente.
PRECAUCIONES Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL: 1. Para trasegar y/o aplicar el producto, el trabajador deberá estar protegido con el siguiente equipo: guantes y botas de neopreno, delantal y visera plástica. 2. En caso de aplicarlo en forma de rocío, es necesario usar máscara de la serie R-5000 ó R-6000 con cartucho R-51 para vapores orgánicos o equivalente. También puede usarse máscara de la serie R-8000 (de un sólo elemento) con filtro R-151 equivalente. 3. Deberá aplicarse en lugares bien ventilados y evitar calentar el producto por encima de los 100 °C. 4. Deberá evitarse el contacto prolongado con la piel y los ojos.

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

NOMBRE COMERCIAL: SULFATO FERROSO	
PROPIEDADES FÍSICAS:	
Punto de fusión :	90 °C
Densidad relativa (agua = 1) :	1,9
Solubilidad en agua, g/100 ml a 20 °C :	16
Peso molecular :	278
RIESGOS/SÍNTOMAS:	
Fuego : No combustible	
Inhalación : cosquilleo, tos	
Ojos:	
Ingestión: dolores abdominales, vómitos, estreñimiento.	
Prevención:	
Extracción local o protección respiratoria. Usar lentes de seguridad bien ajustados.	
AGENTES EXTINGUIDORES DE FUEGO/ PRIMEROS AUXILIOS:	
Suministrar aire fresco. Enjuagar la parte afectada con abundante agua y trasladar a la víctima al doctor si es necesario.	
DERRAMES:	
Recoger la sustancia derramada y lavar la restante con abundante agua.	

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

INFORMACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

NOMBRE COMERCIAL: MAGNACIDE B	
NOMBRE QUÍMICO: Acroleína; aldehído acrílico; 2-propenal.	
FÓRMULA QUÍMICA: C3H4O	
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS:	
Contenido de acroleína, % mínimo en peso	92
Peso Molecular (acroleína)	56,06
Estado físico a 70 °F	Líquido
Gravedad específica a 60 °F	0,8485
Color	Incoloro
Volatilidad	Muy alta
Punto de inflamación, tapa cerrada	-13 °F
Punto de inflamación, tapa abierta	-20 °F
Límites de explosividad	Inf : 2,8 Sup: 31,0
Olor	De aldehído, irritante
SOLUBILIDAD: Completamente soluble en alcoholes de bajo peso molecular, éteres, hidrocarburos, acetona y benceno. Ligeramente soluble en agua (a 68 °F); las soluciones saturadas contienen aproximadamente 25% de Magnacide B.	
PELIGRO DE INCENDIO Y POLIMERIZACIÓN: Es un líquido muy volátil. En ciertas combinaciones con el aire, los vapores son potencialmente explosivos en presencia de fuentes de ignición. Debe mantenerse alejado de calor, chispas y llamas. Bajo ciertas condiciones, reacciona exotérmicamente y se polimeriza, la contaminación con materiales alcalinos o ácidos fuertes puede iniciar instantáneamente la polimerización.	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL: El personal que aplica el producto, debe usar gafas a prueba de salpiques químicos y guantes de caucho. Mantener a la mano una máscara antigas o un respirador equipado con cartucho para vapores orgánicos.	
SÍNTOMAS/TRATAMIENTO: El magnacide B en su forma concentrada y/o altas concentraciones causa irritación de los ojos, de la garganta y de la piel; enrojecimiento o ampollamiento de la piel; dolores de cabeza; dolor agudo en los órganos afectados y falta de respiración. siempre que se sospeche de envenenamiento, llame inmediatamente a un médico. Si se inhala : Lleve inmediatamente a la víctima al aire fresco e inicie respiración artificial si es necesario. Mantener en observación durante 24 horas. Si cae en la piel : Quite las prendas y lave bien la piel con agua y jabón. Trate el área afectada como se tratan las quemaduras químicas. Si cae en los ojos : Lavelos con gran cantidad de agua por lo menos 15 minutos y busque asistencia médica.	

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Si se ingiere : No induzca el vomito. Haga beber gran cantidad de leche, claras de huevo y gelatina en solución, si no se dispone de esto, de a beber agua en cantidad. Nunca le de a beber al paciente si esta inconsciente.

PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR DERRAMES:

1. Evacue todo personal que no sea esencial y que esté de cara al viento.
2. El personal que va a descontaminar el área debe estar provisto de aparatos respiratorios completos y ropas adecuadas.
3. Confine el derrame formando, alrededor de él, un dique con tierra o con carbonato de sodio en polvo.
4. Añada carbonato de sodio en polvo al derrame y agréguele seguidamente la solución de carbonato de sodio.
5. Mezcle la lechada resultante durante 20 minutos.
6. Agregue solución de bisulfito de sodio ó carbonato de sodio para terminar de neutralizar.
7. Ya terminada la descontaminación, recoja el polímero con pala y póngalo en recipientes, debidamente marcados para desecharlos.

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.9.- Gases

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

Tabla A.9.1a.- Mediciones diurnas de gases

ÁREA	Metano (CH ₄) % LEL		Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) PPM		Dióxido de azufre (SO ₂) PPM		Monóxido de Carbono (CO) PPM	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	2	2	0	0	0	0	0	0
2	1	2	0	0	0	0	0	0
3	1	3	0	0	0	0	0	1
4	2	3	0	0	0	0	0	1
5	3	3	0	0	0	0	0	1
6	2	3	0	0	0	0	0	1
7	2	3	0	0	0	0	0	1
8	2	3	0	0	0	0	0	1
9	3	4	0	0	0	0	0	1
10	3	3	0	0	0	0	0	1
11	2	4	0	0	0	0	0	1
12	3	44	0	0	0	0	0	1
13	3	3	0	0	0	0	1	1
14	2	2	0	0	0	0	0	0
15	2	4	0	0	0	0	0	1
16	2	3	0	0	0	0	0	1
17	2	4	0	0	0	0	0	0
18	1	3	0	0	0	0	0	1
19	1	3	0	0	0	0	0	1
20	1	3	0	0	0	0	0	1
21	1	3	0	0	0	0	0	1
22	1	3	0	0	0	0	0	1
23	2	4	0	0	0	0	0	1
24	2	3	0	0	0	0	0	1
25	2	6	0	0	0	0	0	1

Tabla A.9.1b.- Mediciones nocturnas de gases

ÁREA	Metano (CH ₄) % LEL		Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) PPM		Dióxido de azufre (SO ₂) PPM		Monóxido de Carbono (CO) PPM	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	4	0	0	0	0	0	0
2	1	3	0	0	0	0	0	0
3	5	8	0	0	0	0	0	1
4	7	10	0	0	0	0	0	0
5	8	16	0	0	0	0.1	0	0
6	10	16	0	0	0	0	0	1
7	2	2	0	0	0	0	0	0
8	2	3	0	0	0	0	0	1
9	2	3	0	0	0	0	0	1
10	2	4	0	0	0	0	0	1
11	2	3	0	0	0	0	0	1
12	19	37	0	0	0	0.1	0	1
13	2	4	0	0	0	0	0	1
14	1	2	0	0	0	0	1	1
15	2	4	0	0	0	0	0	1
16	4	5	0	0	0	0	0	1
17	2	4	0	0	0	0	0	1
18	2	3	0	0	0	0	0	0
19	1	2	0	0	0	0	0	1
20	1	2	0	0	0	0	0	1
21	1	2	0	0	0	0	0	1
22	1	2	0	0	0	0	0	1
23	2	7	0	0	0	0	0	0
24	3	4	0	0	0	0	0	1
25	2	17	0	0	0	0	0	1

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO A.10.- Análisis de Agua Potable

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

LAGOVEN S. A.
 DIVISION DE OCCIDENTE
 GERENCIA DE PROTECCION INTEGRAL
 LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL

CONFIDENCIAL

AREA: TJ-1 ORIGEN DE LA MUESTRA: COMEDOR

RECOLECTADA POR: R. CASTILLO FECHA: 31 - 08 - 95

EXAMINADA POR: A. HERNANDEZ FECHA: 02 - 09 - 95

RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS POTABLES

CARACTERISTICA ANALIZADA	CONCENTRACION	CONCENTRACIONES PERMISIBLES	OBSERVACIONES
CLORURO, mg/l	47	250	CUMPLE
HIERRO TOTAL, mg/l	0.2	0.3	CUMPLE
COLOR RESIDUAL, mg/l		0.2-0.5	
pH	7.2	6.5-8.5	CUMPLE
COLOR, PLATINO/COBALTO	0	15	CUMPLE
TURBIDEZ, UNT*	1	5	CUMPLE
SABOR	CARACTERISTICO	CARACTERISTICO	
OLOR	CARACTERISTICO	CARACTERISTICO	
SOLID. DISUELTOS, mg/l	120	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml**	<2	<2	CUMPLE

* UNT= UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIDEZ

** NMP/100 ML= NUMERO DE COLIFORMES TOTALES MAS PROBABLE/100 ml DE MUESTRAS

LAGOVEN S. A.
 DIVISION DE OCCIDENTE
 GERENCIA DE PROTECCION INTEGRAL
 LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL

CONFIDENCIAL

AREA: TJ-1 ORIGEN DE LA MUESTRA: TANQUE DE AGUA POTABLE

RECOLECTADA POR: R. CASTILLO FECHA: 31 - 08 - 95

EXAMINADA POR: A. HERNANDEZ FECHA: 02 - 09 - 95

RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUAS POTABLES

CARACTERISTICA ANALIZADA	CONCENTRACION	CONCENTRACIONES PERMISIBLES	OBSERVACION
CLORURO, mg/l	48	250	CUMPLE
HIERRO TOTAL, mg/l	0.2	0.3	CUMPLE
COLOR RESIDUAL, mg/l		0.2-0.5	
pH	7.4	6.5-8.5	CUMPLE
COLOR, PLATINO/COBALTO	0	15	CUMPLE
TURBIDEZ, UNT*	1.5	5	CUMPLE
SABOR	CARACTERISTICO	CARACTERISTICO	
OLOR	CARACTERISTICO	CARACTERISTICO	
SOLID. DISUELTOS, mg/l	180	1000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml**	<2	<2	CUMPLE

* UNT= UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIDEZ

** NMP/100 ML= NUMERO DE COLIFORMES TOTALES MAS PROBABLE/100 ml DE MUESTRA

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

ANEXO B.- FOTOGRAFÍAS

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

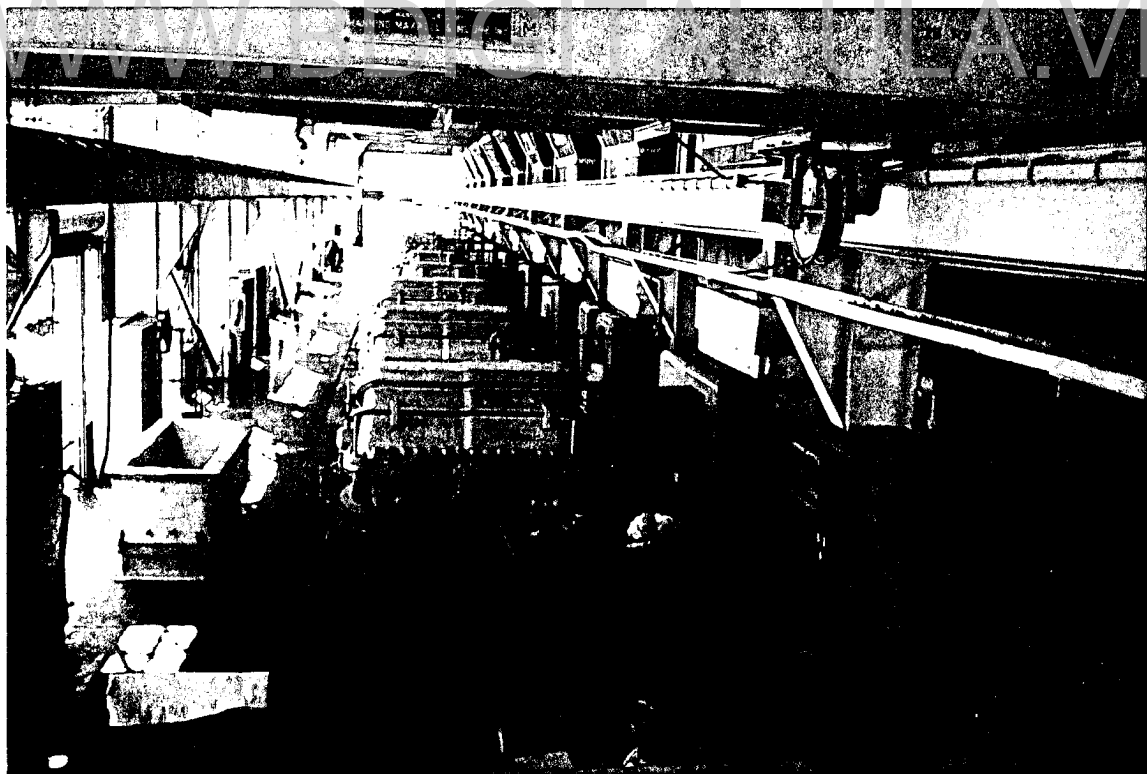
WWW.BDIGITALJULA.VE

ANEXO B.1.- Planta Compresora Tía Juana 1

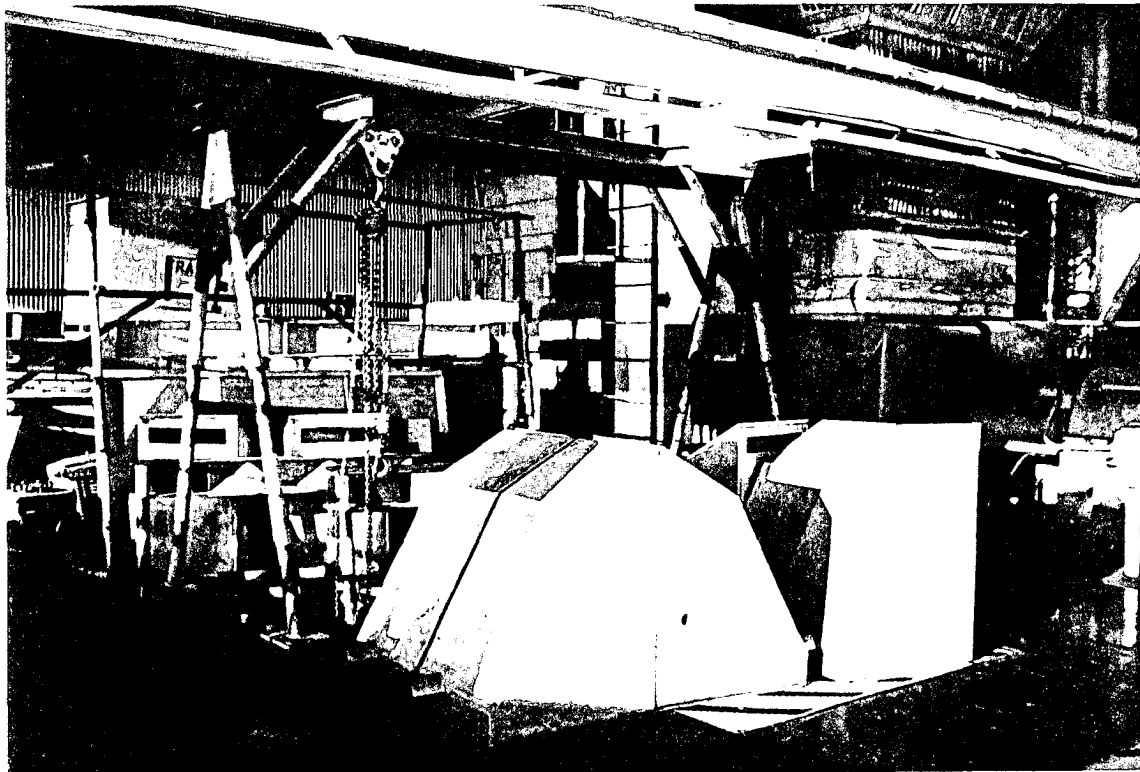
Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)



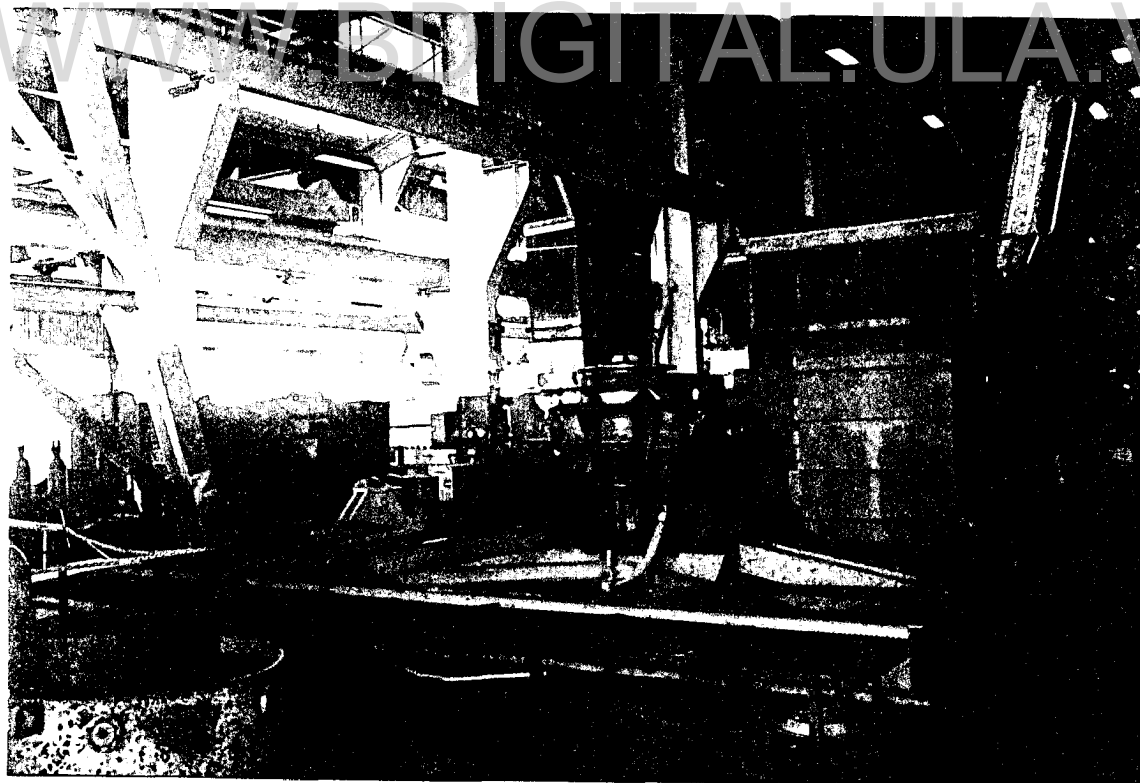
Fotografía B.1.1.- Plataforma de atraque de personal



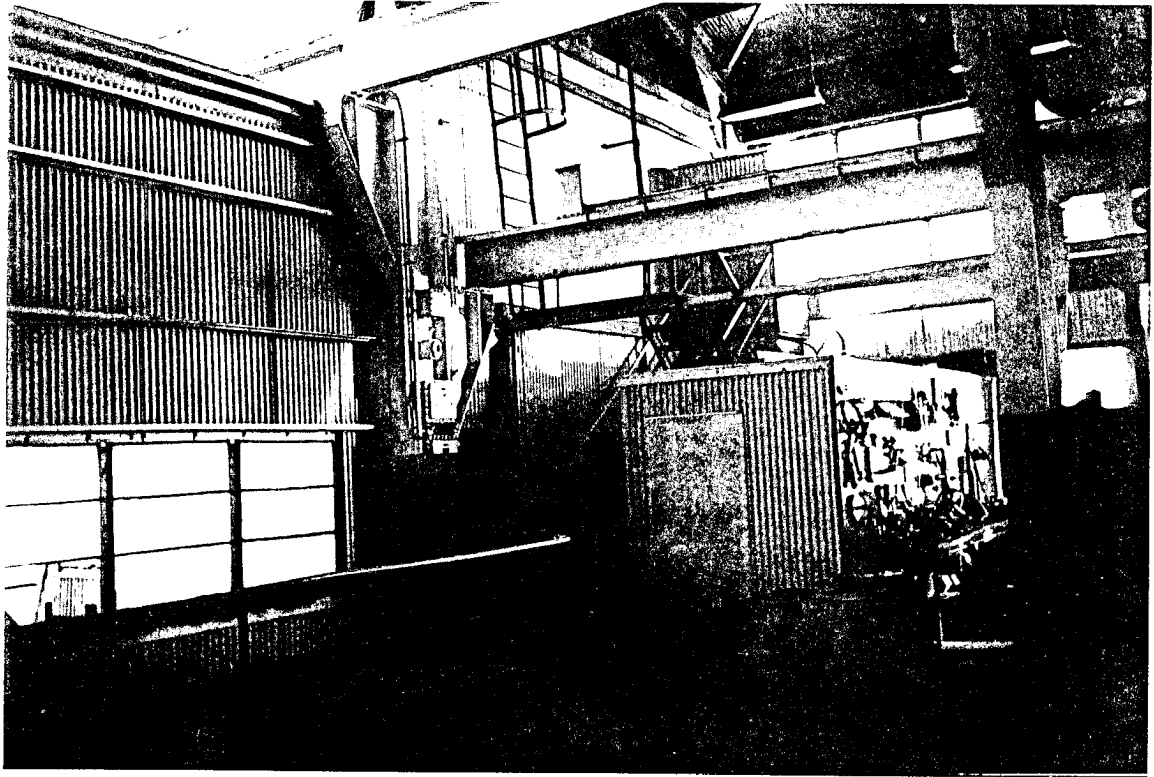
Fotografía B.1.2.- Sala de máquinas. Pasillo de Compresores



Fotografía B.1.3.- Sala de máquinas. Lado Oeste



Fotografía B.1.4.- Sala de máquinas. Área de Reparación de Turbinas



Fotografía B.1.5.- Sala de máquinas. Talleres de Instrumentistas y electricistas



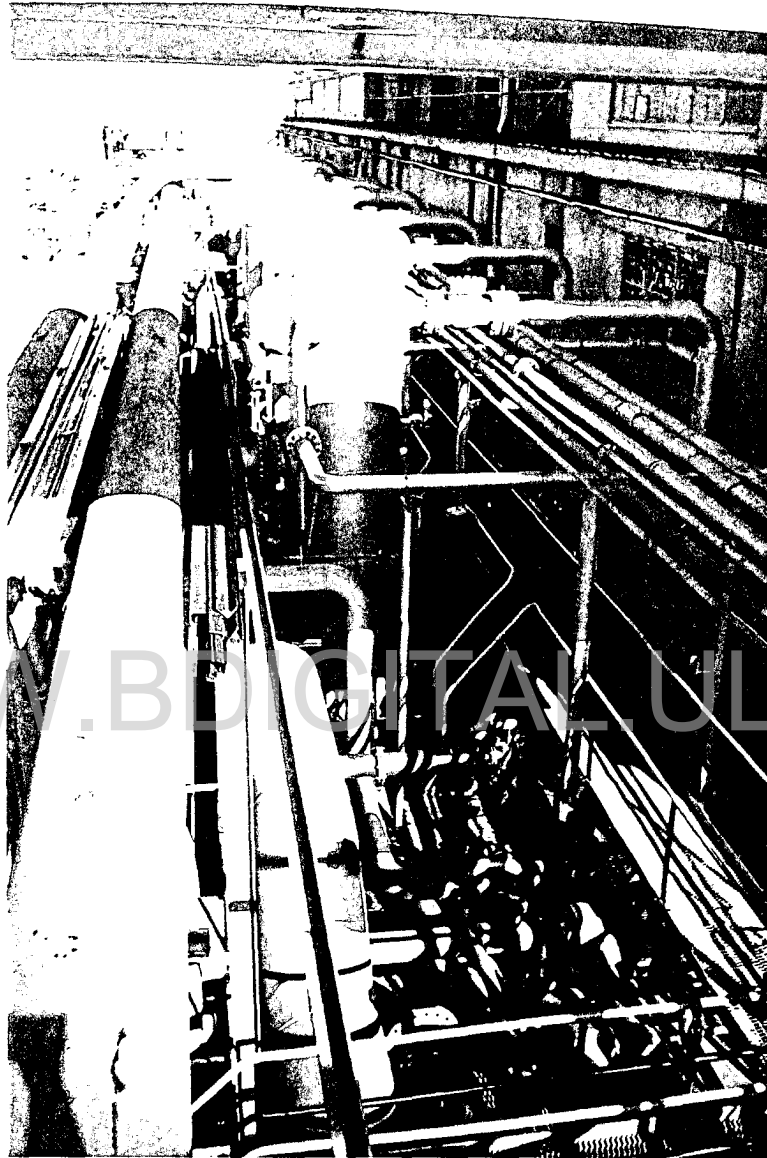
Fotografía B.1.6.- Sala de Control



Fotografía B.1.7.- Sala dúplex Oeste



Fotografía B.1. 8.- Área de Depuradores y Enfriadores. Lado succión



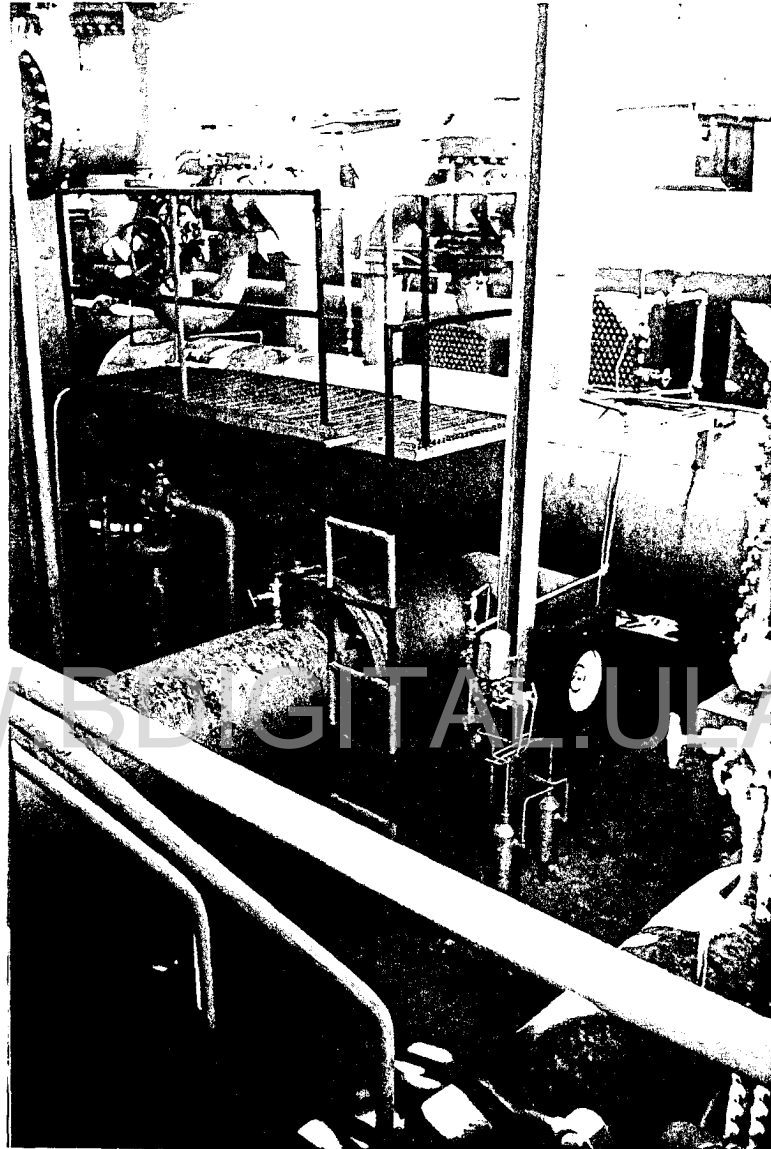
Fotografía B.1. 9.- Área de Depuradores y Enfriadores. Lado descarga



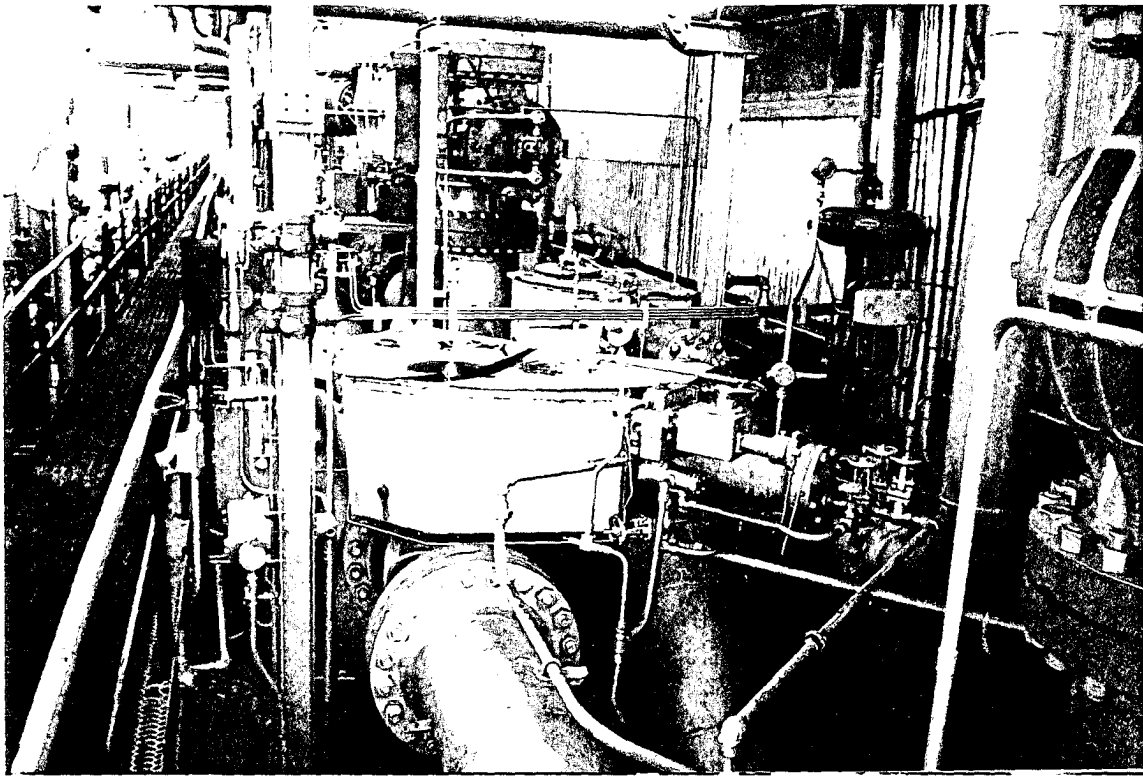
Fotografía B.1.10.- Enfriadores atmosféricos. Líneas de gas a las torres absorbedoras



Fotografía B.1. 11.- Área de Depuradores. Pasillo principal



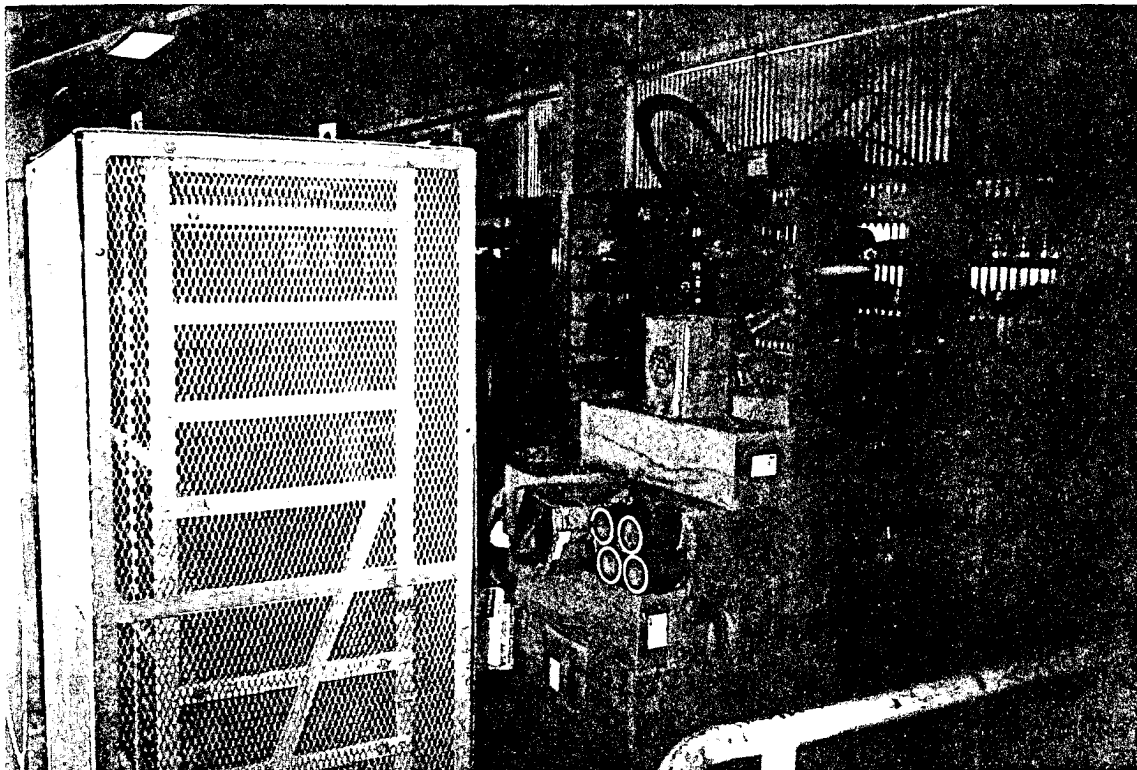
Fotografía B.1. 12.- Área de Depuradores. Descargas de primeras etapas



Fotografía B.1.13.- Área de Depuradores. Válvulas de succión, descarga y desvío



Fotografía B.1.14.- Plataforma de Cloro

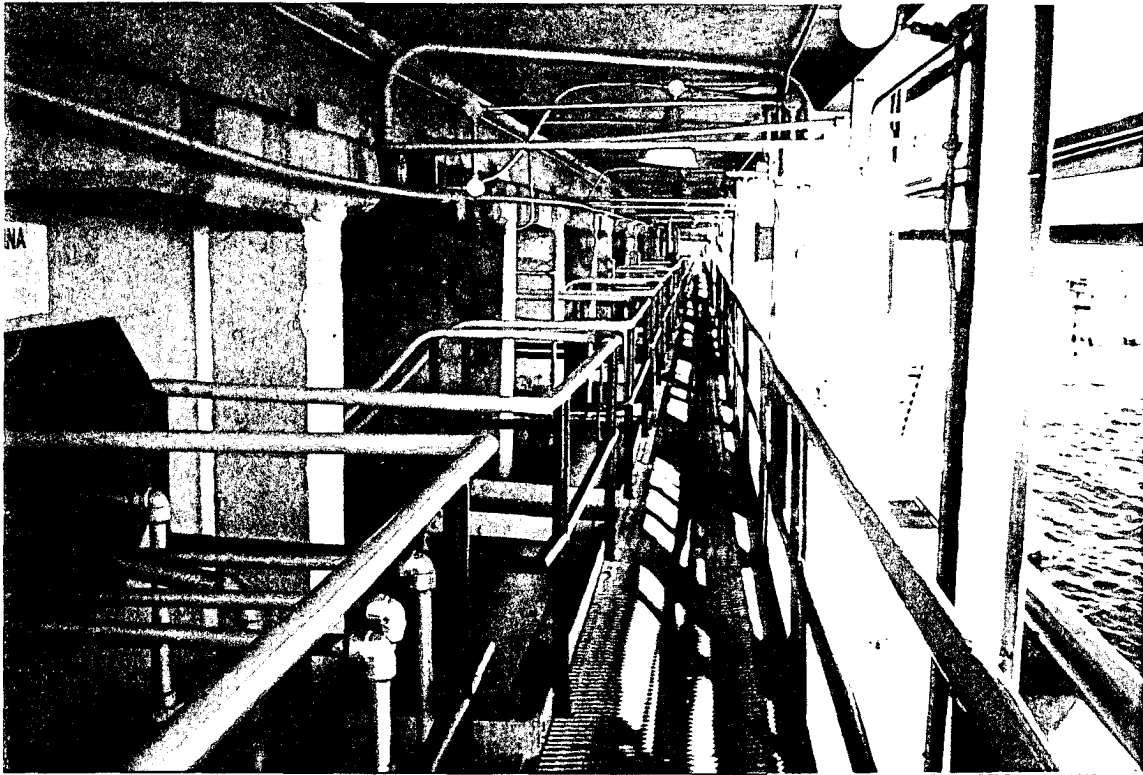


Fotografía B.1.15.- Sala de resistores este. Tercer nivel

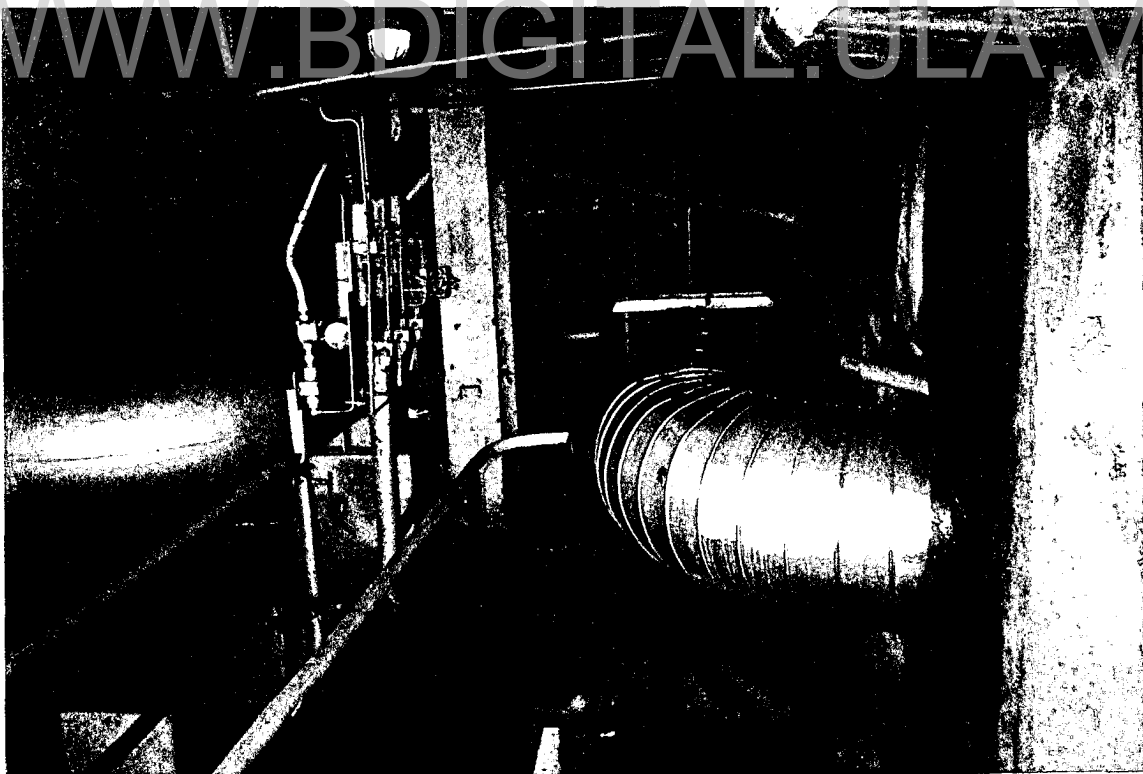
WWW.BDIGITAL.ULA.VE



Fotografía B.1.16.- Área de tránsito de materiales



Fotografía B.1.17.- Pasillo principal bajo sala de máquinas



Fotografía B.1.18.- Pasillos laterales bajo sala de máquinas



Fotografía B.1.19.- Plataformas de Bombas Contra incendio

WWW.BDIGITAL.ULA.VE



Fotografía B.1. 20.- Plataformas de tambor recolector de condensado del D-1 y la Isla de Distribución.

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)



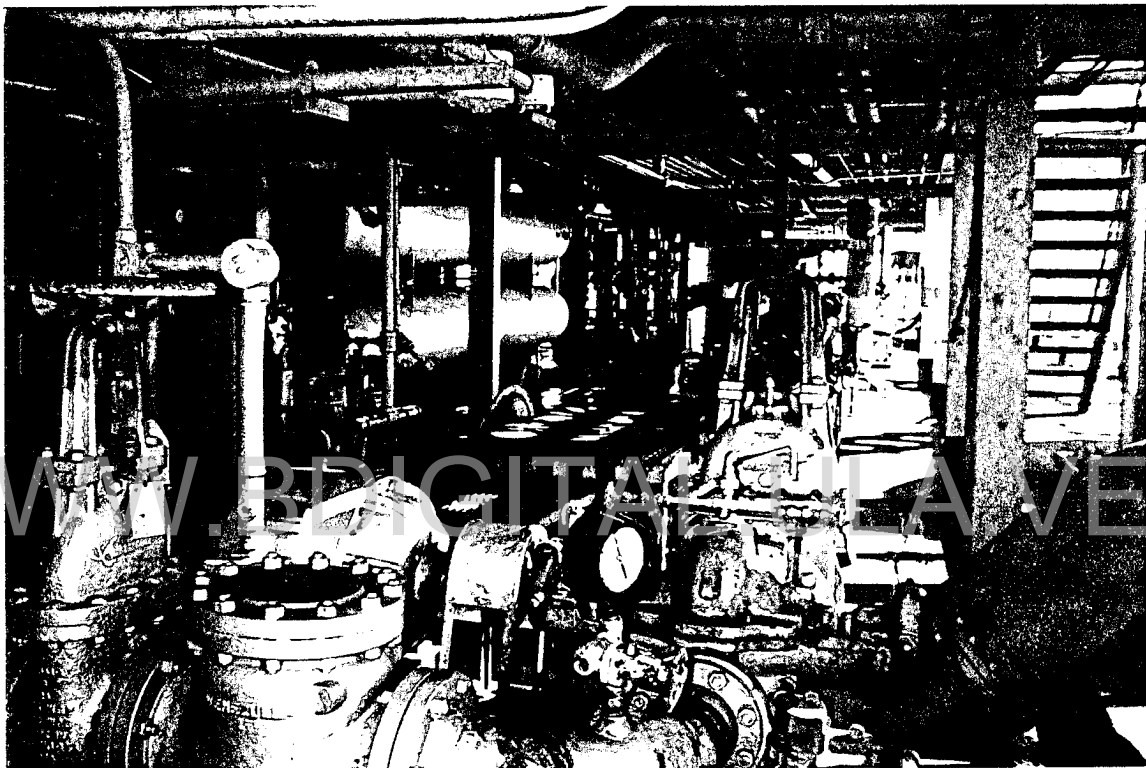
Fotografía B.1. 21.- Área de Servicios. Compresores de aire de servicio



Fotografía B.1. 22.- Área de Servicios. Sistema de agua dulce

Licencia Creative Commons:

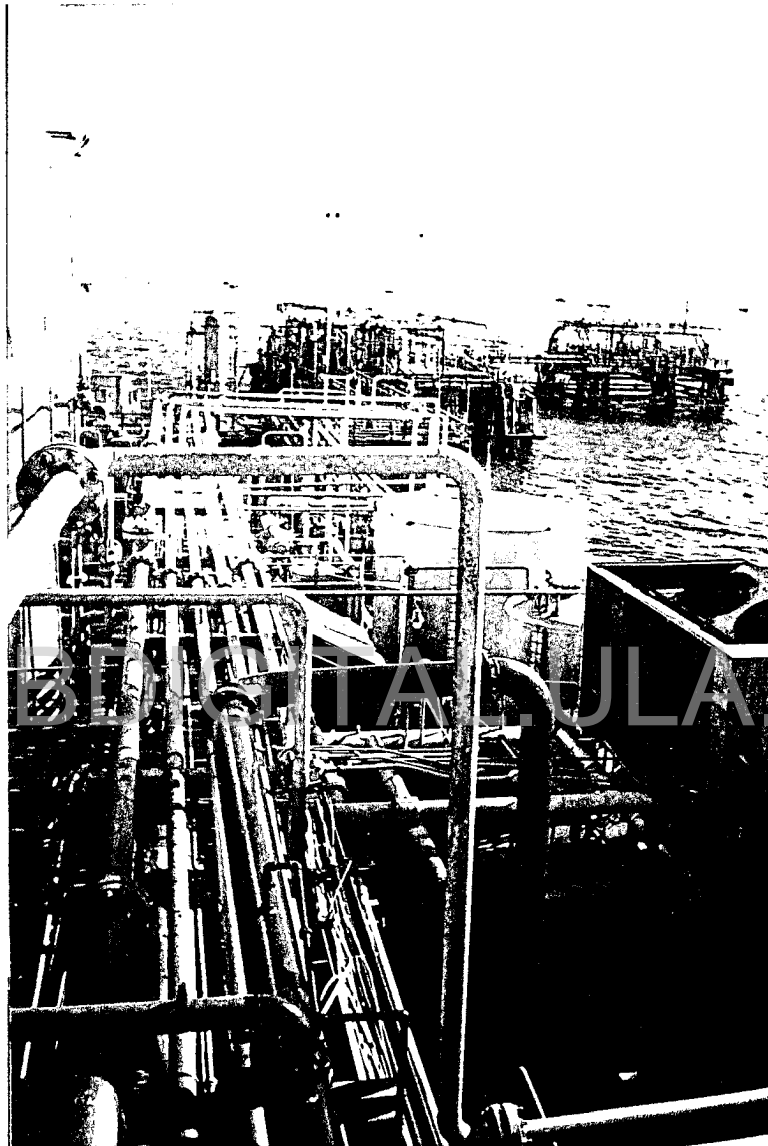
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)



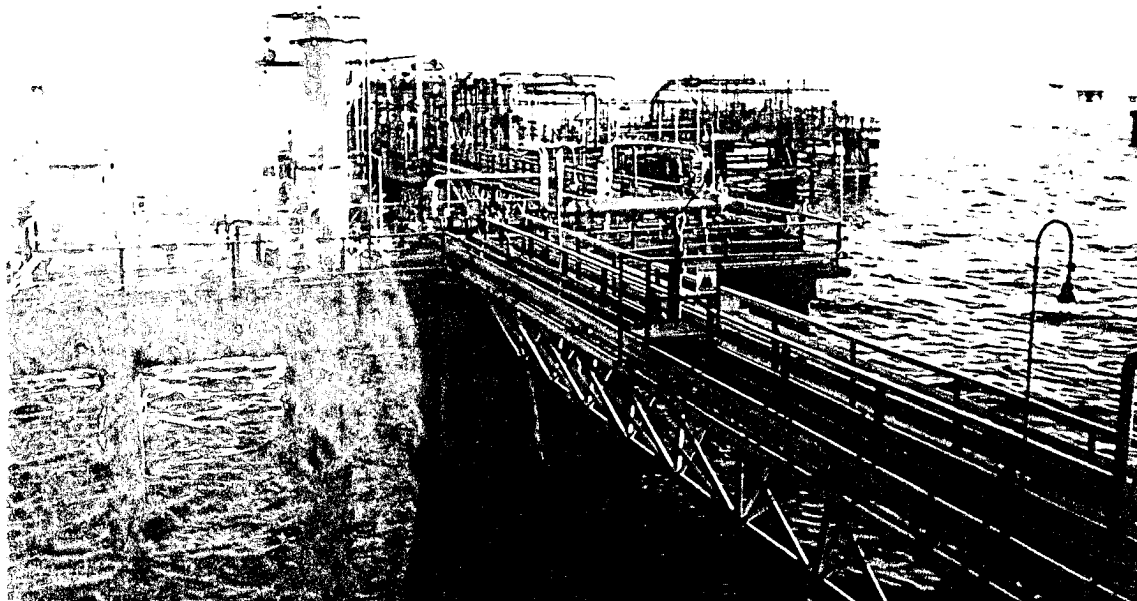
Fotografía B.1. 23.- Área de Servicios. Bombas del sistema cerrado de agua de enfriamiento y contenedores de aire



Fotografía B.1. 24.- Área de Torres Absorbedoras. Almacenamiento de sulfato ferroso



Fotografía B.1. 25.- Área de Servicios. Al fondo Isla de Distribución
Múltiple LL-604-A



Fotografía B.1. 26.- Pasillo de acceso a las plataformas

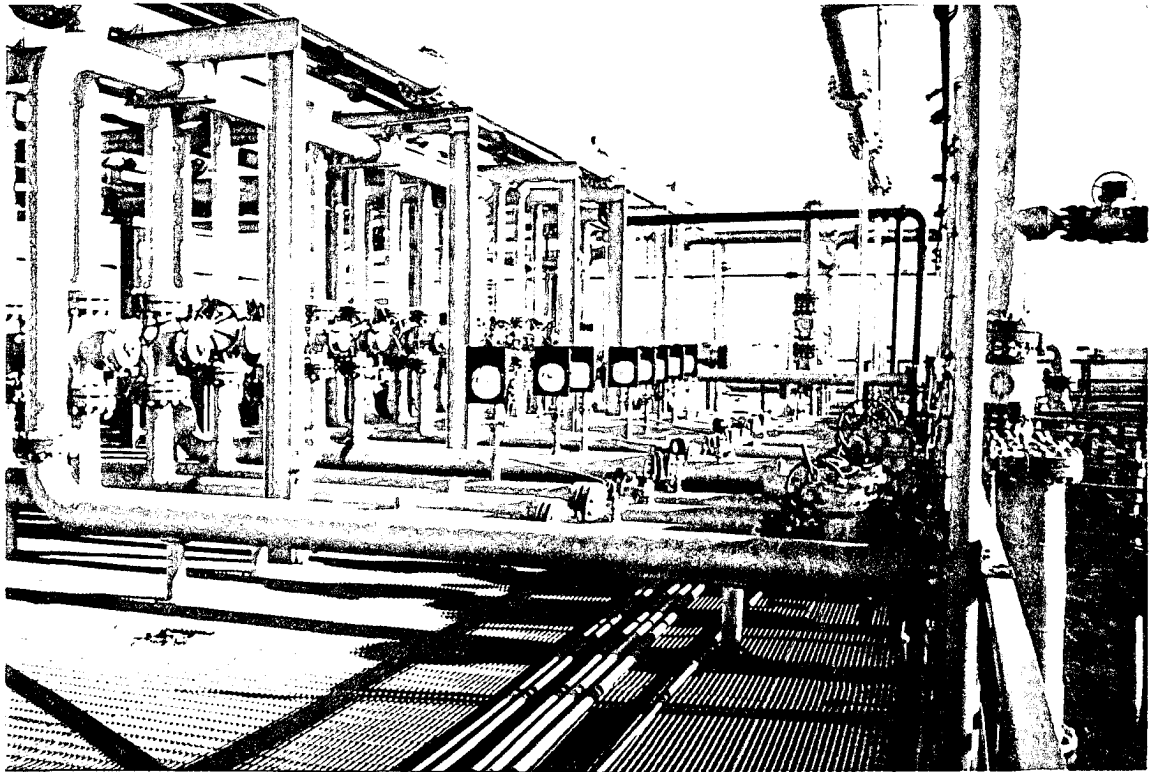
WWW.BDIGITAL.ULA.VE



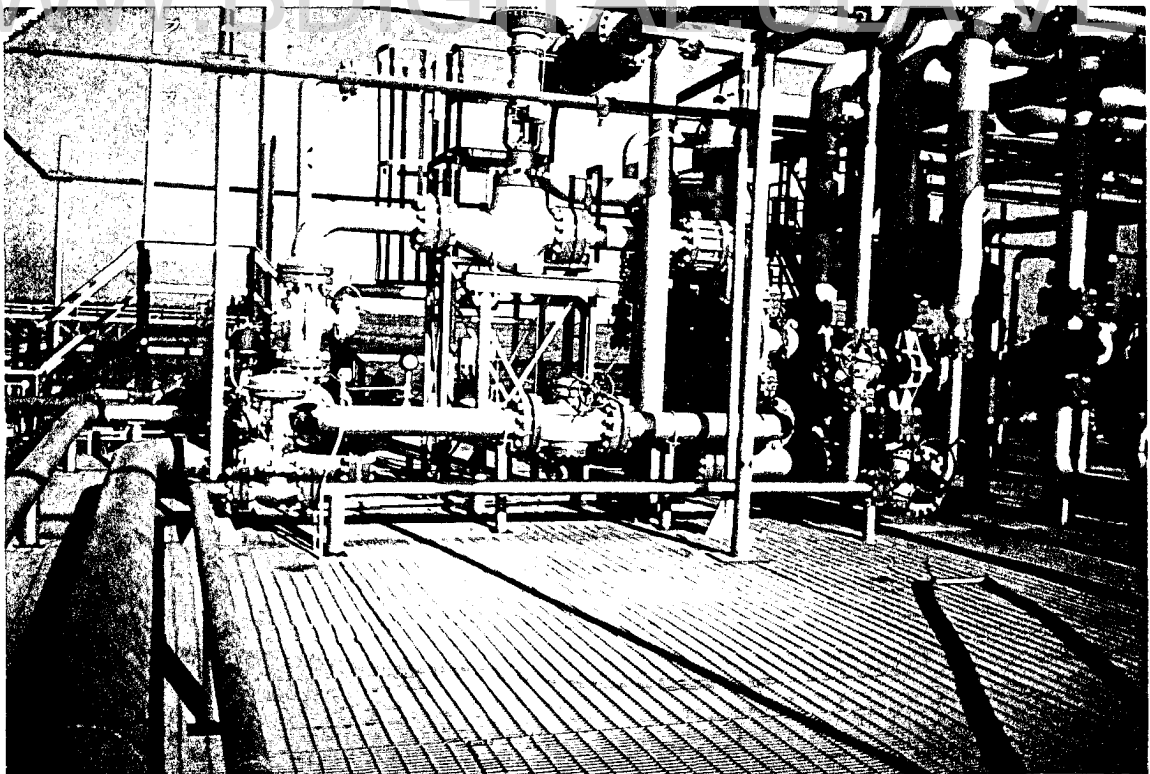
Fotografía B.1. 27.- Isla de Distribución. Vista general

Licencia Creative Commons:

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)



Fotografía B.1. 28.- Isla de Distribución. Múltiple de inyección de gas a pozos



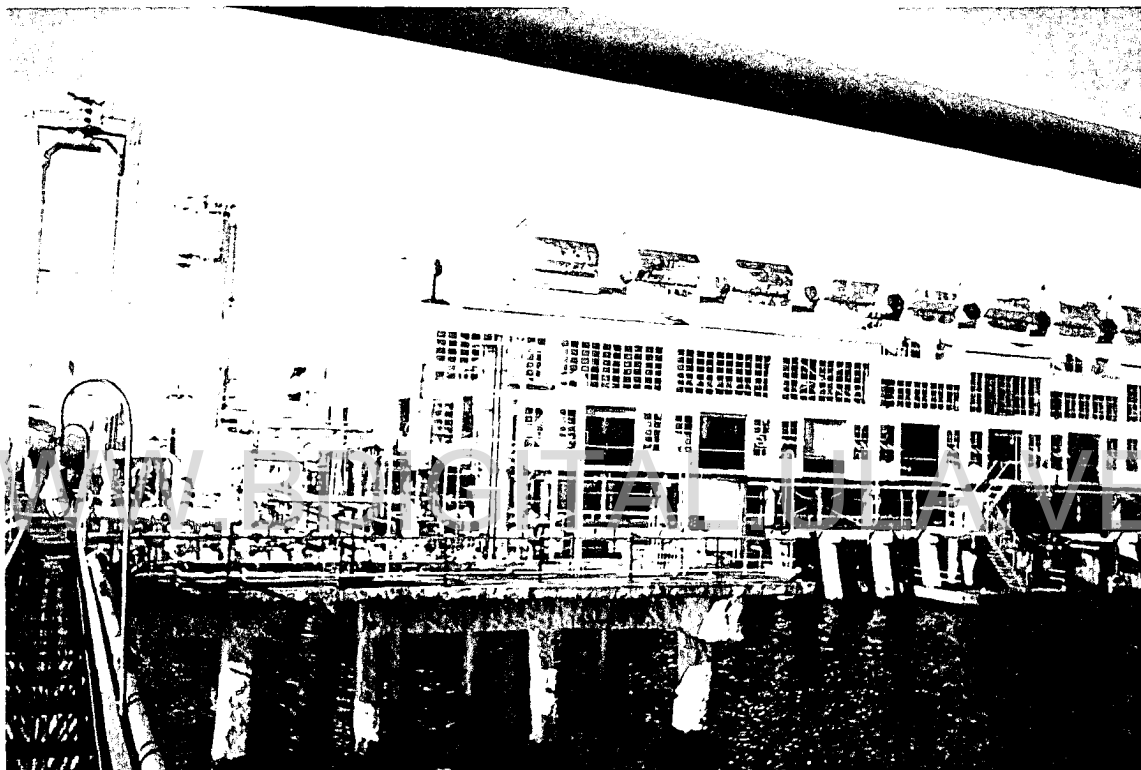
Fotografía B.1. 29.- Isla de Distribución. Línea de descarga de Planta



Fotografía B.1. 30.- Isla de Distribución. Al fondo sistema de transferencia de gas. A la izquierda múltiple de gas de levantamiento artificial



Fotografía B.1. 31.- Planta Compresora



Fotografía B.1. 32.- Plataforma del D-1

WWW.BDIGITAL.ULA.VE

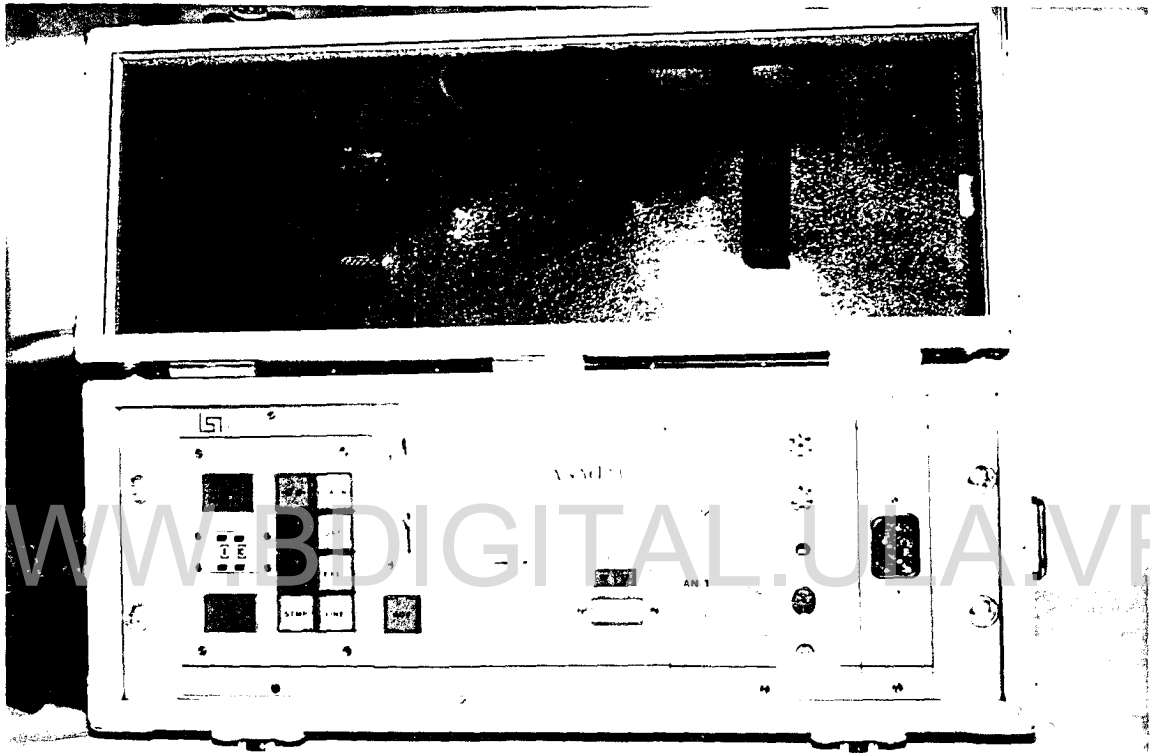
ANEXO B.2.- Equipos de Medición

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)

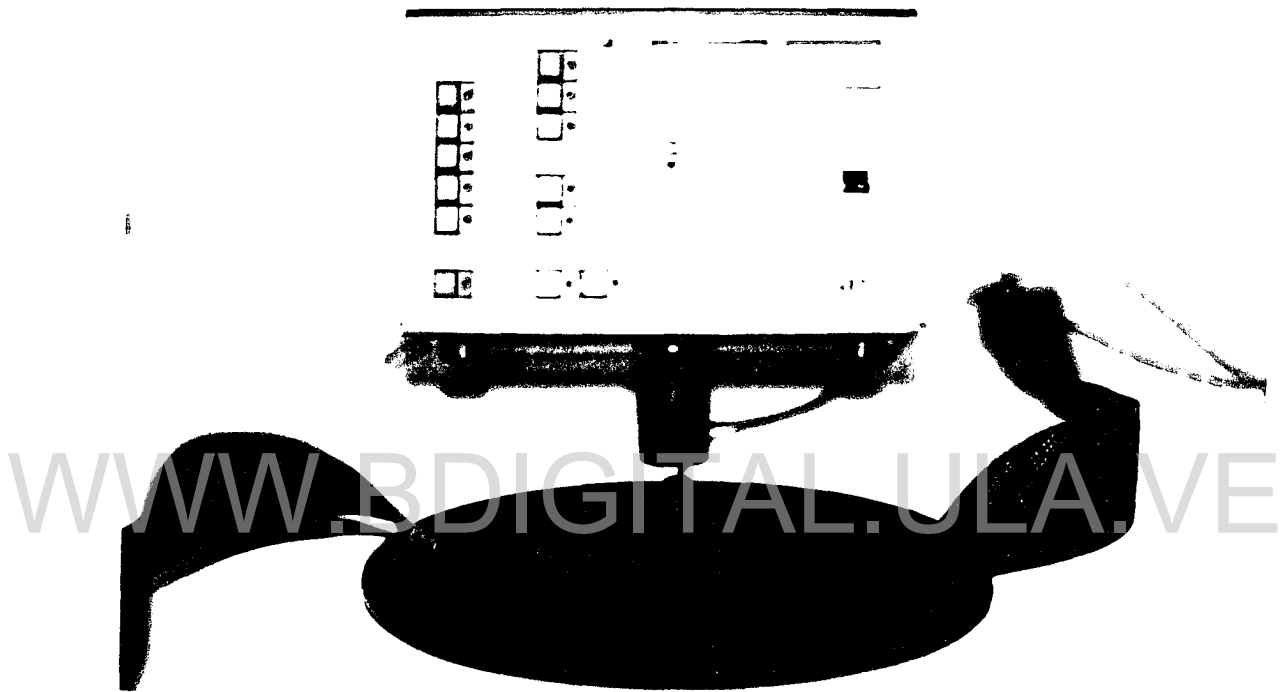
WWW.BDIGITAL.ULA.VE



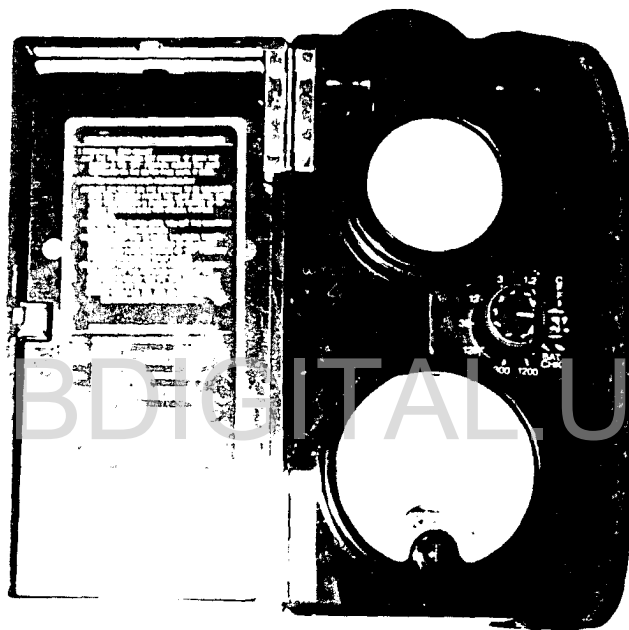
Fotografía B.2.1.- Analizador y medidor de Ruido modelo 1982



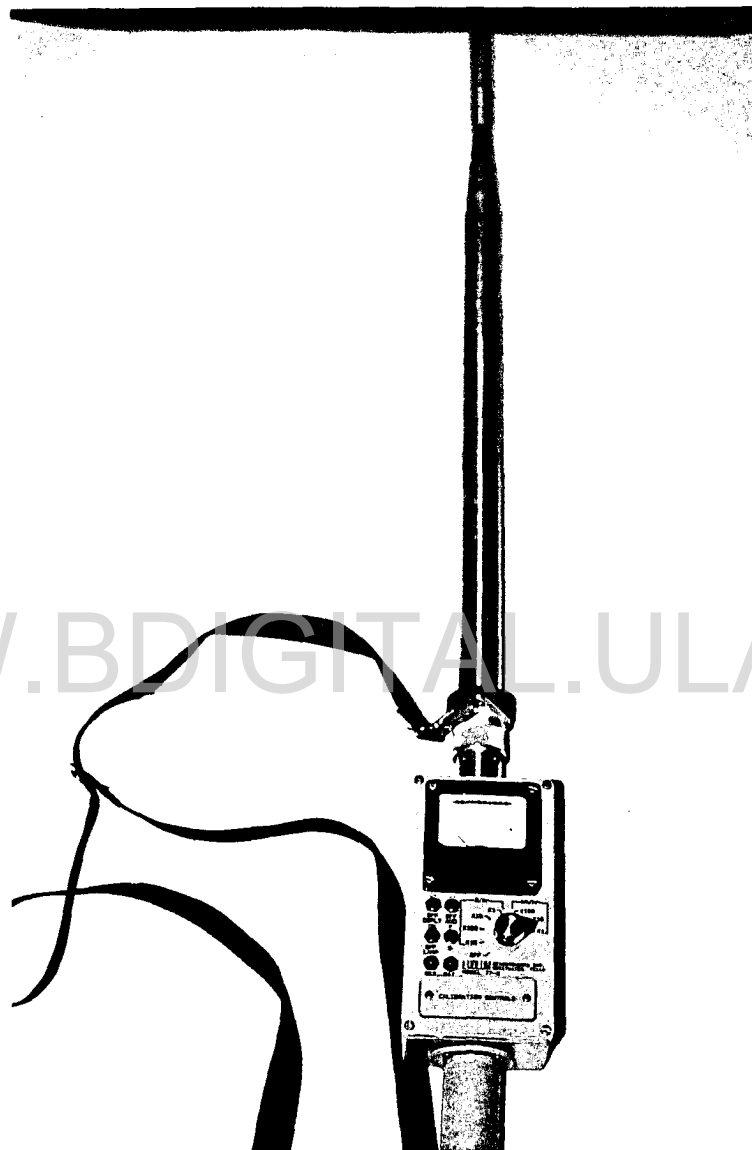
Fotografía B.2.2.- Analizador de microclima "Anadata"



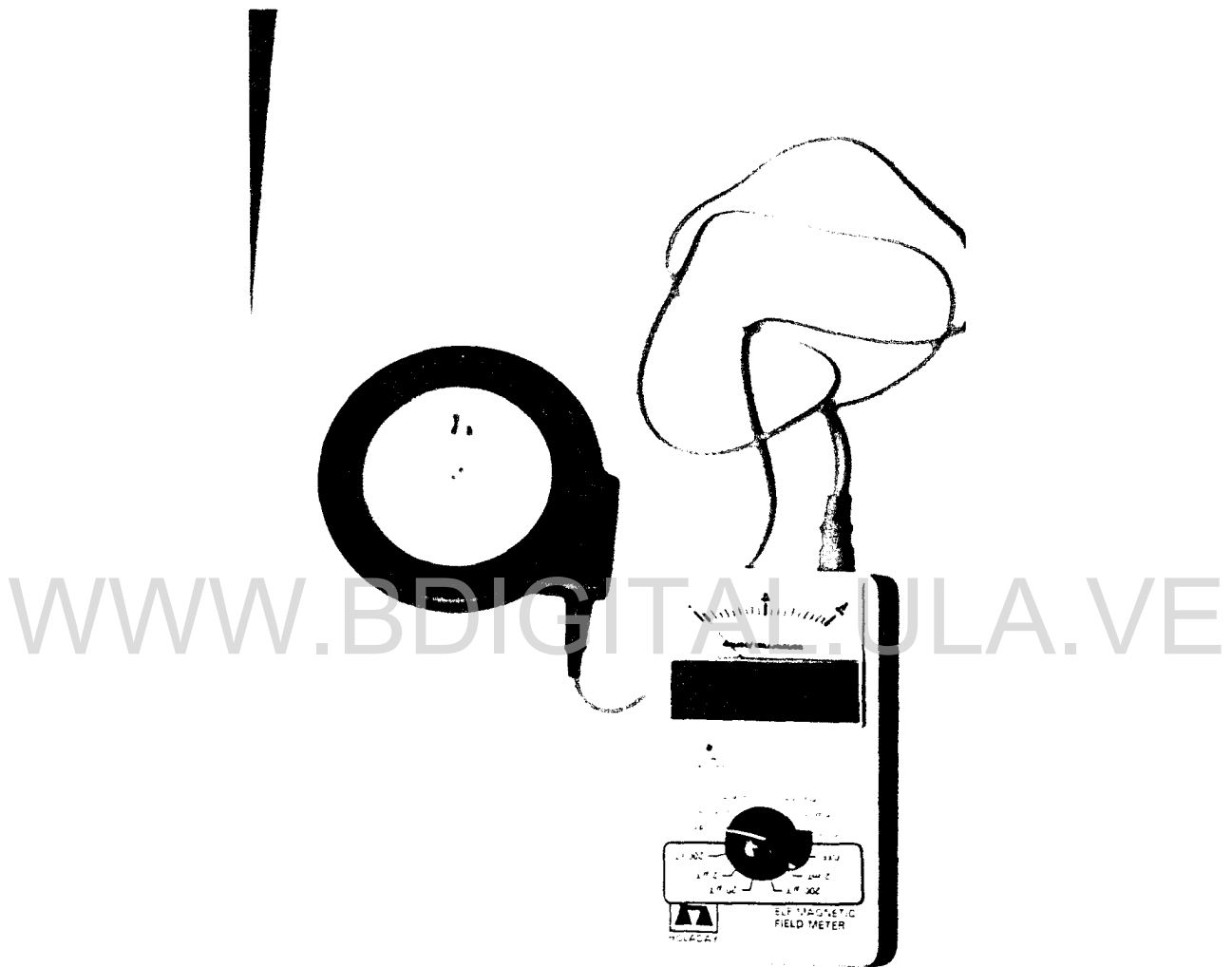
Fotografía B.2.3.- Medidor de Vibración Bruel & Kjaer



Fotografía B.2.4.- Medidor de Iluminación (Luxómetro) modelo 615-1200 vc



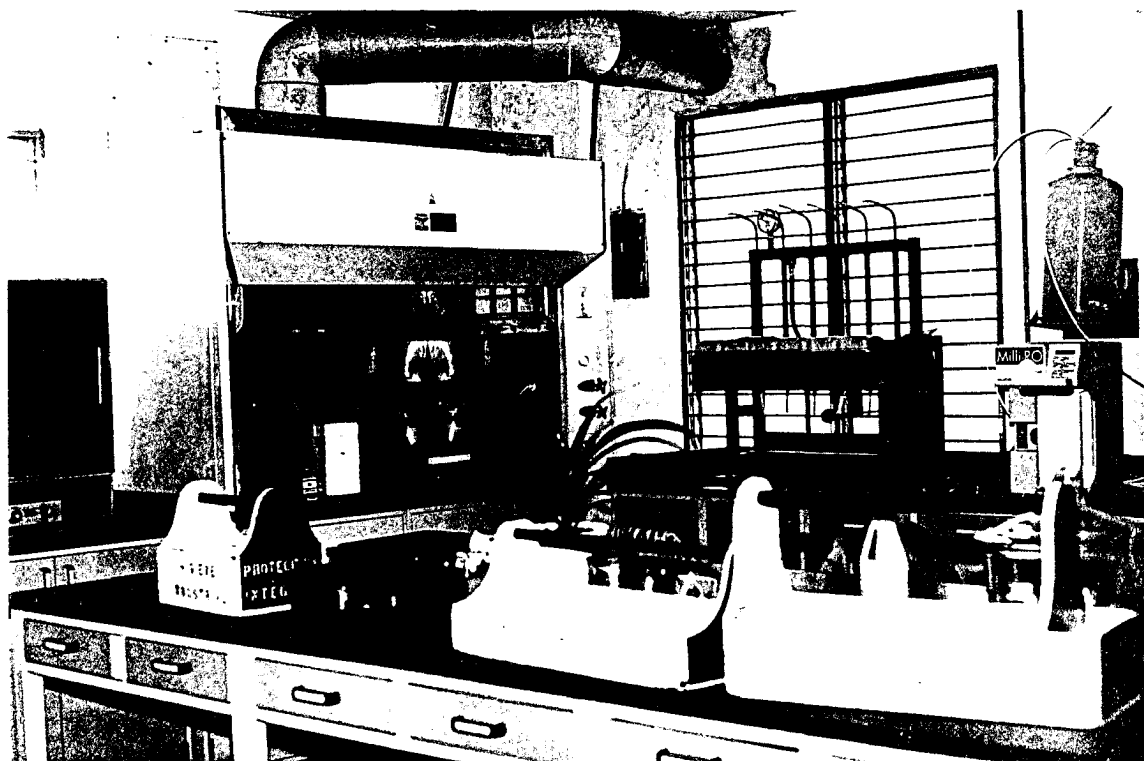
Fotografía B.2.5.- Medidor de Radiaciones Ionizantes



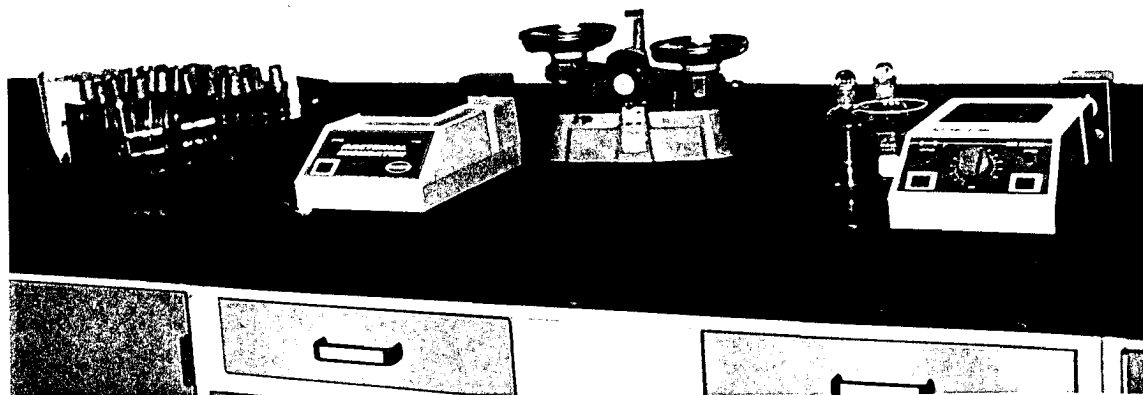
Fotografía B.2.6.- Medidor de Campos Magnéticos



Fotografía B.2.7.- Detector multigas modelo MX21



WWW.BDIGITAL.ULA.VE



Fotografía B.2.8.- Instalaciones de la sección de Higiene Industrial utilizados para el análisis de agua.

Licencia Creative Commons:
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY-NC-SA 3.0 VE)