UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

UNIDAD DE POSGRADO

"SISTEMA DE ARQUITECTURA MULTISENSORIAL PARA SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL APLICANDO TECNOLOGIA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL"

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingenieria Industrial

AUTOR

Dario Utrilla Salazar

Lima – Perú

2014

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos y ser la razón de mi existencia
A mis padres Gregorio y Doraida
A mis hermanos Teófilo y Elizabeth
A mi esposa Esther del Pilar
A mis hijos: Gloria Carmen, Darío Gregory, Gloria Esther Elizabeth,
Luz Esther Jackeline, Darío Jesús
A mis colegas docentes
A mis alumnos
A mis maestros que me guiaron con sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, en primer lugar, el gran arquitecto y creador del universo, por guiar mis pasos y acompañarme en mi camino.

A mi asesor el Dr. Walter Esteban Barrutía Feijoo,
por su valiosa asesoría, apoyo y dedicación
y en forma permanente compartió su experiencia profesional.

A mis profesores, que compartieron conmigo sus enseñanzas y experiencias que me encaminaron en la investigación.

A mis colegas que me brindaron su apoyo y paciencia con sus sugerencias y recomendaciones para completar el proyecto.

A las empresas que me brindaron su confianza y colaboraron en la toma de datos en las encuestas para elaborar el análisis en relación a seguridad industrial.

.

A mis padres Gregorio y Doraida, que me enseñaron el camino de Dios, me dan su amor y con su gran ejemplo, con sus esfuerzos y perseverancias alimentan mis sueños y guían mis pasos.

A mi Esposa Esther del Pilar y mis hijos, por su comprensión durante el desarrollo de la tesis y a la vez son mi fuente de inspiración.

A mis hermanos por su aliento en el camino de mi realización profesional.

A mis profesores rectores que participaron en esta tesis

A mi Alma Mater, por ser el escenario
Para el logro de mis metas.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática
4
1.2 Formulación del Problema
24
1.3 Justificación
25
1.4 Objetivos
27
1.4.1 Objetivo general
27
1.4.2 Objetivos específicos
27
1.5 Estructura de la investigación
28

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción
30
2.2 Perspectiva epistemológica de la investigación
32
2.3 Accidentes laborales
37
2.3.1 Definiciones
37

2.3.2 Teoría de la causalidad de accidentes laborales
38
2.3.2.1Causas básicas
38
2.3.2.2Causas inmediatas
39
2.4 Análisis de gestión de riesgos
39
2.4.1 Lugar de trabajo con orden y limpieza
41
2.4.1.1 Riesgos
41
2.4.1.2 Acciones preventivas
41
2.4.2 Maquinas y herramientas 42
2.4.2.1 Riesgos
42
2.4.2.2 Acciones preventivas
42
2.4.3 Herramientas manuales
43
2.4.3.1 Riesgos
44
2.4.3.2 Acciones preventivas
44
2.4.4 Trabajos en altura, andamios y escaleras
45
2.4.4.1 Riesgos
45
2.4.4.2 Acciones preventivas
45

2.4.5 Riesgos eléctricos
46
2.4.5.1 Riesgos
46
2.4.5.2 Acciones preventivas
46
2.4.6 Incendios
47
2.4.6.1 Riesgos
47
2.4.6.2 Acciones preventivas
48
2.4.7 Ruidos
48
2.4.7.1 Riesgos
48
2.4.7.2 Acciones preventivas
48
2.4.8 Ambiente térmico
49
2.4.8.1 Riesgos
49
2.4.8.2 Acciones preventivas
49
2.4.9 Sustancias químicas
49
2.4.9.1 Riesgos
50
2.4.9.2 Acciones preventivas
50

2.5 Gestión de seguridad industrial
51
2.5.1 Definición y evolución de seguridad industrial
51
2.5.2 Legislación en seguridad industrial en el Perú
54
2.6 Antecedentes de la investigación
58
2.7 Técnicas aplicadas en seguridad industrial
65
2.8 Modelo de accidentalidad industrial
70
2.8.1 Modelo básico sin control
70
2.8.2 Modelo básico controlable
71
2.8.3 Modelo del accidente
71
2.8.4 Modelo de causas inmediatas de accidentes
72
2.8.5 Modelo de falta de control
73
2.8.6 Modelo del estado síntomas Vs. Causas
73
2.8.7 Modelo de causalidad de perdidas
74
2.9 Tecnologías de inteligencia artificial
75
2.9.1 Definiciones
75

2.9.2 Objetivos de la inteligencia artificial
77
2.9.3 Desarrollo de la inteligencia artificial
78
2.9.4 Tipos de desarrollo de inteligencia artificial
82
2.9.5 Análisis de redes neuronales artificiales (RNA)
89
2.9.5.1 Características de la neurona artificial
89
2.9.5.2 Modelo de la neurona artificial
90
2.9.5.3 Funciones de la neurona artificial
92
2.9.5.4 Capas de la estructura de la neurona artificial
94
2.10 Sensores electrónicos
95
2.10.1 Clasificación de sensores
96
2.10.2 Sensores utilizados
98
2.11 Glosario de términos
107

CAPÍTULO 3. MÉTODOLOGÍA

3.1. Diseño de Investigación
112
3.2. Unidad de análisis
115

3.3. Población de estudio
116
3.4. Tamaño y selección de la muestra
116
3.5. Técnicas de recolección, medición y proceso de datos
116
3.5.1 Técnicas de recolección de datos
116
3.5.2 Técnicas de evaluación de datos
117
3.5.3 Técnicas de procesamiento de datos
119
3.6. Análisis e interpretación de datos
119
3.7. Hipótesis General
120
3.8. Identificación de variables
121
3.9. Operacionalizacion de variables
121
3.10. Matriz de consistencia
123

CAPÍTULO 4. DISEÑO DEL MODELO DE ARQUITECTURA MULTISENSORIAL INTELIGENTE (MAMI)

4.1 Diseño del modelo MAMI
124
4.1.1 Evaluación de dispositivos inteligentes
126

4.1.2 Selección de los indicadores de riesgo
128
4.1.3 Elaboración de cuestionario para evaluación
129
4.1.4 Selección de la empresa piloto para evaluación
131
4.1.5 Análisis de situación de la empresa piloto
139
4.1.6 Detección de zonas de riesgo
177
4.1.7 Diseño de red de datos basados en el estándar RS-485
179
4.1.8 Prestaciones del sistema “MAMI”
182
4.1.9 Características del sistema inteligente
184
4.1.10 Característica eléctrica de líneas de transmisión
185
4.1.11 Interfaz USB a RS-485
189
4.2 Controladores inteligentes para supervisión
192
4.2.1 Tipos de controladores inteligentes
192
4.2.2 Configuración del micro controlador como esclavo
196
4.2.3 Implementación del controlador en el modelo
200
4.3 Diseño del interfaz de usuario
203

4.4 Simulación del diseño Maestro-Esclavo
207
4.5 Prueba piloto del modelo “MAMI”
211
4.6 Análisis del factor costo-beneficio
214

CAPITULO 5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Generalidades
222
5.2 Etapa de inspección-evaluación de la empresa
222
5.3 Etapa de diseño e implementación del modelo electrónico
228
5.4 Etapa de pruebas y supervisión industrial de la empresa
231
5.5 Evaluación del factor costo-beneficio del proyecto
237
5.5.1 Análisis de costos antes de implementación del modelo
237
5.5.2 Análisis de costos después de implementación del modelo
238
5.6 Discusión de resultados
239
5.7 Toma de decisiones
242
5.8 Evaluación de impacto del proyecto
243

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

Anexo I: Cuestionario de encuesta
Anexo II: Análisis de costos
Anexo III: Datashet del Microcontrolador 16F877A
Anexo IV: Programa del Maestro-Esclavo
Anexo V: Programa de interfaz de usuario.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de empresas manufactureras en Perú
14
Cuadro 2. Distribución de empresas por sector industrial
14
Cuadro 3. Notificaciones de accidentes laborales por sexo
19
Cuadro 4. Notificaciones de accidentes laborales por regiones
21
Cuadro 5. Notificaciones de accidentes mortales por sexo
22
Cuadro 6. Notificaciones de accidentes mortales por regiones
23
Cuadro 7. Evaluación del área deposito de pintura
141
Cuadro 8. Resumen de evaluación del área deposito de pintura
143
Cuadro 9. Evaluación del área de router
144
Cuadro 10. Resumen de evaluación del área de router
146
Cuadro 11. Evaluación del área de estructuras
147
Cuadro 12. Resumen de evaluación del área de estructuras
149
Cuadro 13. Evaluación del área de electricidad
150
Cuadro 14. Resumen de evaluación del área de electricidad
152

Cuadro 15. Evaluación del área de gabinetes_1
153
Cuadro 16. Resumen de evaluación del área de Gabinetes
155
Cuadro 17. Evaluación del área de gabinetes_2
156
Cuadro 18. Resumen de evaluación del área de Gabinetes_2
158
Cuadro 19. Evaluación del área de laminados_1
159
Cuadro 20. Resumen de evaluación del área de laminados_1
161
Cuadro 21. Evaluación del área de laminados_2
162
Cuadro 22. Resumen de evaluación del área de laminados_2
164
Cuadro 23. Evaluación del área de acrílicos
165
Cuadro 24. Resumen de evaluación del área de acrílicos
167
Cuadro 25. Evaluación del área de pintura
168
Cuadro 26. Resumen de evaluación del área de pintura
170
Cuadro 27. Evaluación del área de neones
171
Cuadro 28. Resumen de evaluación del área de neones
173
Cuadro 29. Evaluación del área de carpintería
174

Cuadro 30. Resumen de evaluación del área de carpintería
176
Cuadro 31. Accidentalidad laboral antes de aplicar modelo
218
Cuadro 32. Accidentalidad laboral después de aplicar modelo
219
Cuadro 33. Costos de accidentalidad antes de aplicar modelo
220
Cuadro 34. Costos de accidentalidad después de aplicar modelo
221
Cuadro 35. Síntesis de accidentalidad laboral 2011-2012
241
Cuadro 36. Síntesis de costos de accidentalidad laboral 2011-2012
242

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índices de accidentes de trabajo en Argentina
5
Figura 2. Índices de accidentes de trabajo en Chile
6
Figura 3. Índices de accidentes de trabajo en Brasil
7
Figura 4. Índices de accidentes de trabajo en Colombia
7
Figura 5. Índices de accidentes de trabajo en México
8
Figura 6. Índices de accidentes de trabajo en España
9
Figura 7. Evolución de empresas censadas (2008)
11
Figura 8. Empresas según año de inicio de operaciones
12
Figura 9. Empresas según actividad económica
12
Figura 10. Empresas según organización jurídica
13
Figura 11. Reporte de accidentes laborales mortales en Perú
17
Figura 12. Estadística según tipos de accidentes en Perú
18
Figura 13. Notificaciones de accidentes laborales por sexo
19
Figura 14. Notificaciones de accidentes laborales por regiones
20

Figura 15. Notificaciones de accidentes laborales mortales por sexo
22
Figura 16. Notificaciones de accidentes laborales mortales por regiones
23
Figura 17. Modelo de causalidad de accidentes
39
Figura 18. Modelo básico de accidente sin control
71
Figura 19. Modelo básico de accidente bajo control
71
Figura 20. Modelo de accidente
72
Figura 21. Causas inmediatas de accidentes
72
Figura 22. Modelo de falta de control
73
Figura 23. Modelo de estado síntomas vs. Causas
74
Figura 24. Modelo de causalidad de perdidas
74
Figura 25. Modelo de la neurona artificial
91
Figura 26. Modelo del comportamiento de la neurona artificial
91
Figura 27. Funciones de la neurona artificial
93
Figura 28. Capas de estructura de neurona artificial
95
Figura 29. Sensor de humo
100

Figura 30. Partes del sensor de humo
100
Figura 31. Ubicación del sensor de humo
101
Figura 32. Conexión del sensor de humo al controlador
101
Figura 33. Montaje optimo del sensor de humo
102
Figura 34. Sensores de humo en áreas con falso techo
103
Figura 35. Sensor de gas toxico
103
Figura 36. Conexión del sensor de gas toxico al controlador
104
Figura 37. Sensor de movimiento (calor) PIR
105
Figura 38. Estructura del sensor PIR
106
Figura 39. Diagrama de pines del sensor PIR
106
Figura 40. Diagrama de barrido del sensor PIR
107
Figura 41. Área de Diseño grafico y Router
135
Figura 42. Área de estructuras
135
Figura 43. Área de electricidad
136
Figura 44. Área de gabinetes
136

Figura 45. Área de laminados
137
Figura 46. Área de acrílicos
137
Figura 47. Área de pinturas
138
Figura 48. Área de neones
138
Figura 49. Área de carpintería
139
Figura 50. Área de depósito de pintura-factor de seguridad
143
Figura 51. Área de Router-factor de seguridad
146
Figura 52. Área de estructuras-factor de seguridad
149
Figura 53. Área de electricidad-factor de seguridad
152
Figura 54. Área de gabinetes_1-factor de seguridad
155
Figura 55. Área de gabinetes_2-factor de seguridad
158
Figura 56. Área de laminados_1-factor de seguridad
161
Figura 57. Área de laminados_2-factor de seguridad
164
Figura 58. Área de acrílicos-factor de seguridad
167
Figura 59. Área de pintura-factor de seguridad
170

Figura 60. Síntesis de evaluación área de neones
173
Figura 61. Síntesis de evaluación área de carpintería
176
Figura 62. Zonas de riesgo y áreas de evacuación
177
Figura 63. Zonas detectadas con riesgos potenciales
178
Figura 64. Red de datos para supervisión industrial
181
Figura 65. Diagrama de bloques del sistema
185
Figura 66. Línea no balanceada
186
Figura 67. Línea balanceada
186
Figura 68. Bus de datos basado en MAX485
187
Figura 69. Topología del sistema de supervisión
188
Figura 70. Circuito de aplicación típica punto- multipunto
188
Figura 71. Interfaz USB - RS485
189
Figura 72. Función del circuito CH431
190
Figura 73. IC CH341T aplicado a conversor Serial-USB
191
Figura 74. Terminales del interfaz USB-RS485
191

Figura 75. Circuito electrónico para supervisión en áreas
193
Figura 76. Circuito conversor DC/DC para aislamiento eléctrico
194
Figura 77. Configuración de enlace maestro-esclavo
195
Figura 78. Controlador configurado como TX-RX en áreas
197
Figura 79. Circuito receptor UART del PIC 16F877A
198
Figura 80. Microcontrolador PIC 16F877A
201
Figura 81. Asignación de señales del puerto A
202
Figura 82. Asignación de señales del puerto B
202
Figura 83. Asignación de señales del puerto C
202
Figura 84. Asignación de señales del puerto D
203
Figura 85. Asignación de señales del puerto E
203
Figura 86. IDE Netbeans.
205
Figura 87. Diseño de Tablas con MYSQL
206
Figura 88. Tablas físicas del aplicativo
206
Figura 89. Arquitectura de la aplicación
207

Figura 90. Circuito de simulación de un maestro y dos esclavos
208
Figura 91. Circuito electrónico del microcontrolador maestro
209
Figura 92. Circuito electrónico del microcontrolador esclavo
210
Figura 93. Evaluación por uso de materiales y estibamientos
224
Figura 94. Evaluación por instalaciones eléctricas y pasillos
224
Figura 95. Evaluación por ambiente laboral de la empresa
225
Figura 96. Evaluación por prevención contra incendios
225
Figura 97. Evaluación por uso de herramientas y máquinas
226
Figura 98. Evaluación por protección personal en la empresa
226
Figura 99. Evaluación de la seguridad industrial en la empresa-2011
227
Figura 100.Sintesis de evaluación de seguridad de la empresa
227
Figura 101. Índice de accidentalidad laboral-2011
228
Figura 102. Modelo electrónico para supervisión y seguridad industrial
230
Figura 103. Menú principal de supervisión industrial 2012
232
Figura 104. Reporte del sistema del área deposito de pintura
232

Figura 105. Reporte del sistema del área de router
233
Figura 106. Reporte del sistema del área de electricidad
233
Figura 107. Reporte del sistema del área de gabinetes_1
234
Figura 108. Reporte del sistema del área de gabinetes_2
234
Figura 109. Reporte del sistema del área de laminados
235
Figura 110. Reporte del sistema del área de neones
235
Figura 111. Índice de accidentalidad laboral 2012
236
Figura 112. Costos de accidentalidad laboral 2011
238
Figura 113. Costos de accidentalidad laboral 2012
239

RESUMEN

La presente investigación responde al siguiente problema principal ¿Cómo formular el modelo de un sistema multisensorial para la supervisión y seguridad industrial aplicando tecnología de inteligencia artificial para las empresas de nuestro país, considerando las variables más importantes del sistema?

El diseño del proyecto, fue desarrollado en una empresa de manufactura, en donde no existia un ambiente de seguridad industrial, lo cual aumentó la probabilidad en los trabajadores de sufrir riesgos y accidentes en el trabajo.

El objetivo del presente proyecto fue diseñar un modelo del sistema multisensorial de seguridad industrial, para lo cual se aplicaron conceptos de redes industriales RS-485 por las múltiples ventajas que representa, así como dispositivos programables con características de inteligencia artificial y elementos sensores de diversas señales físicas.

Para obtener un diagnóstico luego de un periodo de observación, y como estrategia para probar la utilidad del modelo electrónico planteado se consideró implementar en una empresa piloto, específicamente en el departamento de producción considerando las instalaciones, la maquinaria, los trabajadores. Para las evaluaciones fueron elaborados recopilación de información con el objeto de analizar las informaciones obtenidas. Se realizaron evaluaciones técnicas para determinar las zonas de riesgos de accidentalidad en la empresa piloto en mención.

Se pretende que éste modelo de seguridad industrial sea desarrollado en diversas empresas, como recurso para reducir el índice de accidentalidad laboral así como mejorar el factor costo-beneficio.

Palabras clave: Supervisión inteligente, Seguridad industrial, Empresa, Accidentalidad laboral.

ABSTRACT

This research responds to the next major problem How to make a model of a multi-sensory system for the supervision and safety by applying artificial intelligence technology for enterprises of our country, considering the most important variables of the system?

The project design was developed in a manufacturing company, where there existed an atmosphere of industrial safety, which increase the probability of suffering workers risks and accidents at work.

The objective of this project was to design a model of multisensory Industrial security system, for which concepts of RS-485 industrial networks were applied for the many advantages it represents, as well as characteristics of programmable devices with artificial intelligence and sensor elements of various signals physical.

For a diagnosis after an observation period, and as a strategy to test the usefulness of the electronic model proposed was considered implementing a pilot company, specifically in the production department considering the facilities, machinery, workers. For assessments were made gathering information in order to analyze the information obtained. Technical evaluations were conducted to determine the areas of accident risks in the pilot company in question.

It is intended that this model is developed industrial safety in various companies as a resource for reducing the rate of occupational accidents and improve the cost-benefit factor.

Keywords: Intelligent Monitoring, Industrial Safety, Business, labor Accident.

INTRODUCCION

La seguridad es una necesidad básica y desde sus orígenes está relacionada con la preservación de la vida y las posesiones. De acuerdo a la Teoría de Maslow, la caracterización de la jerarquía de necesidades en seguridad está representado en el segundo nivel de jerarquía, en el que se trata de una tendencia natural del hombre hacia el mayor grado de certidumbre posible en la consecución de sus objetivos y en la prevención de los hechos ó fenómenos que estima negativos para el mismo. Con el desarrollo de la sociedad y de las tecnologías, en la actualidad se enfoca el planteamiento de la seguridad industrial caracterizado por la búsqueda del bien común, una consideración dinámica de la seguridad, una perspectiva integradora de ésta con los demás sistemas sociales, la interacción y coordinación en el tratamiento de los distintos riesgos, el tratamiento especializado para los riesgos graves y un enfoque integrador de distintas disciplinas. (Chapman, 2007)[21].

Según Colvin y Rutland, (2008)[23], la evolución del hombre desde sus orígenes, ha superado etapas de prevalencia agrícola para luego dar paso a la era industrial y entrar en la sociedad postindustrial de la información y la comunicación en que se encuentra actualmente; ha añadido a los riesgos naturales, tradicionales y tecnológicos, sociales derivados de las mismas técnicas y avances desarrollados por el hombre. Paralelamente a la aparición de nuevos riesgos vinculados a la tecnología, el desarrollo ha traído como consecuencia el resurgimiento de grandes concentraciones demográficas, estructuras y sistemas de gran magnitud y complejidad con innumerables beneficios, pero también con la posibilidad de accidentes de extrema gravedad.

Así a cada etapa histórica se le pueden asociar, de forma genérica y con frecuencia de carácter acumulativo, riesgos que van desde los riesgos naturales (desde la prehistoria) a los riesgos tecnológicos (iniciados en la era industrial); actualmente la empresa constituye un sistema complejo que se encuentra

inmerso e intensamente relacionado con otras estructuras más amplias que configuran la sociedad. Según afirma Feist, (2006), dichas relaciones están caracterizadas por la incertidumbre como consecuencia y desacierto del acierto en la toma de decisiones y la gestión orientados al logro de objetivos propuestos, La incertidumbre es cada vez mayor por el dinamismo y el cambio acelerado definidos por la empresa actual. La seguridad como condición inherente a todos los sistemas y por reducción, en cada uno de sus componentes, es afectada por la característica de inter relación, incertidumbre, cambio y en consecuencia precisada a intervenir bajo nuevas perspectivas que contemplen estos factores. (Feist, 2006)[32].

Por otra parte, Boeree, (2006), confirma que las medidas de seguridad desarrolladas para hacer frente a los riesgos han evolucionado, aunque a menudo con retraso, de manera secuencial con la aparición y agravamiento de los riesgos. Desde las estructuras sociales primitivas hasta el presente y futuro inmediato en el que los complejos sistemas sociales y los nuevos riesgos que llevan a asociados requieren principios de protección de bases proporcionales a la gravedad potencial que comportan. Además la marcada tendencia a la apertura internacional del comercio ha situado en primera línea de importancia para la supervivencia empresarial a la competitividad comercial junto con la capacidad financiera.(Boeree, 2006)[16].

Según el aporte de Reid, (2008), el correcto desarrollo de las funciones empresariales, que posibilitan mantener altos grados de competitividad y solvencia financiera, puede ser alterado por un universo de riesgos que amenazan a la empresa. Muchos riesgos, de extremado potencial destructor pueden poner en peligro la continuidad de la empresa, por lo que la seguridad, considerada como condición esencial de consecución favorable de una acción, se convierte hoy día en un elemento indispensable para garantizar el alcance de los objetivos fijados en cualquier actividad ó proyecto del hombre, entre ellos el empresarial. Estos motivos, fundamentalmente económico financieros y otros

de carácter legal, social y técnico, obligan a la integración de la seguridad como un elemento adicional de todo proyecto u operación, superando planteamientos desfasados que la consideran como una función ajena que se debe añadir por imposición legal solo a ciertos componentes de la empresa. (Reid, 2008)[71].

Asimismo, es necesario mencionar que los fundamentos en que se basa el logro de mejor calidad, competitividad, productividad y en definitiva eficacia empresarial son coincidentes con los que se utiliza la seguridad integral para la consecución de sus objetivos. La aplicación coordinada de procedimientos para lograr una mayor interrelación (calidad-productividad-seguridad) repercute positivamente en la mejora de cada una de ellas, lo que aconseja la aplicación del concepto de seguridad como elemento estratégico para la mejora de aspectos sociales, industriales, comerciales y económicos de la empresa.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

En su publicación, Revista Internacional del Trabajo a través del Programa de Seguridad y Salud de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2004)[66], señala que en el mundo fallecen al año un promedio de 2,2 millones de personas a causa de accidentes y enfermedades relacionados con actividades laborales; se registran en promedio 270 millones de accidentes de trabajo no mortales y 160 millones de casos relacionados con enfermedades profesionales.

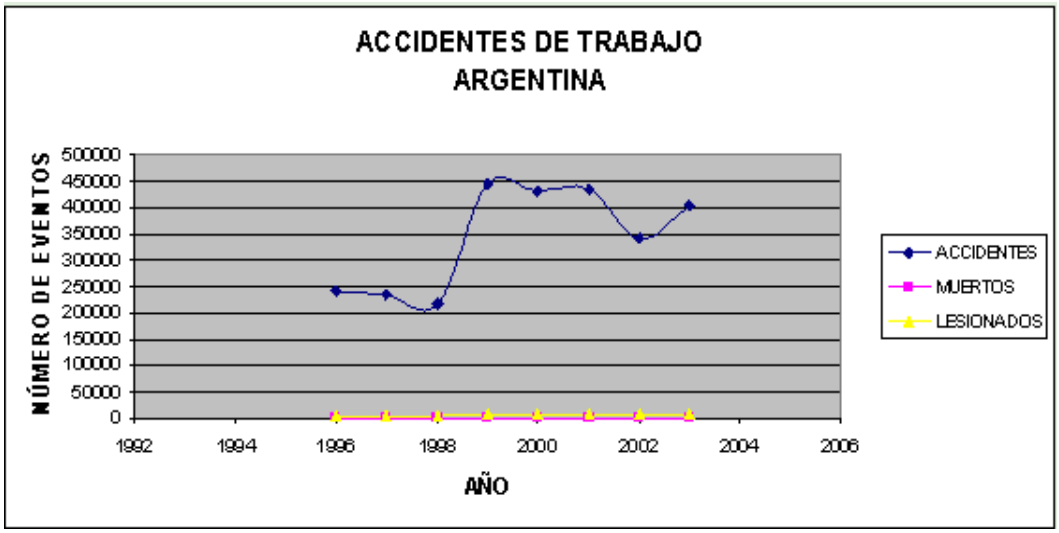
Según la misma entidad, en un año la cifra por accidentes, en Latinoamérica, alcanzan las 355,000 muertes; mientras que, las pérdidas en el Producto Bruto Interno (PBI) de países en vías de desarrollo por éste concepto son 20 veces superiores a toda la ayuda oficial de los países desarrollados. (OIT, 2004)[66].

Debido al preocupante panorama mundial y considerando las pérdidas económicas y de vidas humanas, se han producido un interés general en los organismos de control nacional e internacional por minimizar los índices de accidentalidad laboral y un compromiso genuino en los sectores de la industria, para cumplir la normatividad, aunque éste sea menor en empresas cuyos directivos desconocen el tema, lo evaden ó se amparan en normas laxas de seguridad existentes en sus países.

De acuerdo a la OIT, no se acepta que los accidentes sean parte del diario vivir del sector productivo y por esta razón, han creado diferentes espacios de divulgación como publicaciones, seminarios y reuniones técnicas para invitar a los sectores productivos a garantizar zonas de trabajo sanas y seguras, difundir información dirigida a los gobiernos, a fin que diseñen y hagan cumplir las políticas de seguridad industrial y para que las empresas cumplan las normas internacionales de trabajo. (OIT, 2004).

A la iniciativa se han sumado otros organismos Internacionales como la Asociación Latinoamericana de Seguridad e Higiene en el Trabajo (ALASEHT), que difunde el conocimiento y ejecuta acciones en torno a la seguridad industrial en Latinoamérica y quien dio a conocer en uno de sus informes (2007), respecto a los índices de accidentalidad laboral en diversos países vecinos, y cuyos resultados se muestran a continuación:

Figura 1. **Índices de accidentes de trabajo en Argentina**.

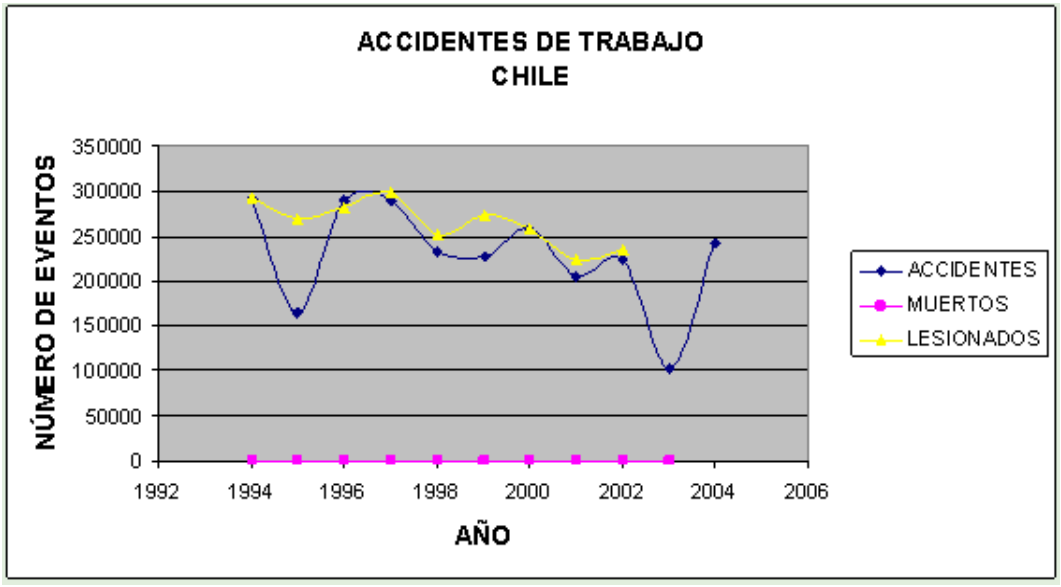


Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

En Argentina los accidentes de trabajo se han incrementado en los últimos 5 años con una mortalidad entre 721 y 856 víctimas para un promedio anual de 765 fallecidos.

Las principales patologías trazadoras, consideradas graves, se reflejan en traumatismos encéfalo-craneanos, politraumatismos graves, fracturas cerradas, fracturas expuestas, fracturas vertebrales y quemaduras, siendo la denuncia promedio de accidentes de alrededor de 900 siniestros mensuales.

Figura 2. **Índices de accidentes de trabajo en Chile**.

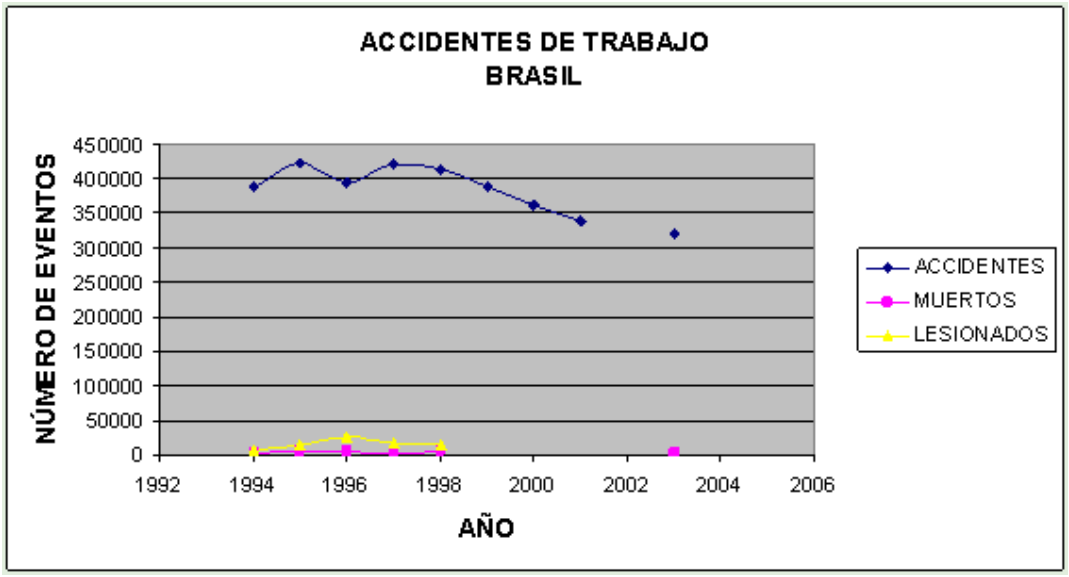


Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

En Chile la accidentalidad laboral se encuentra alrededor de los 200.000 eventos al año, de los cuales el 0,15 % son mortales, con un promedio de 300 muertes al año.

La información con respecto a la situación de salud de los trabajadores, en cuanto a enfermedades, accidentes y muertes es escasa; en el mejor de los casos, parcial, dado que no se recoge sistemáticamente para el conjunto de la población trabajadora. (Instituto Nacional de Estadísticas-INE), Chile.

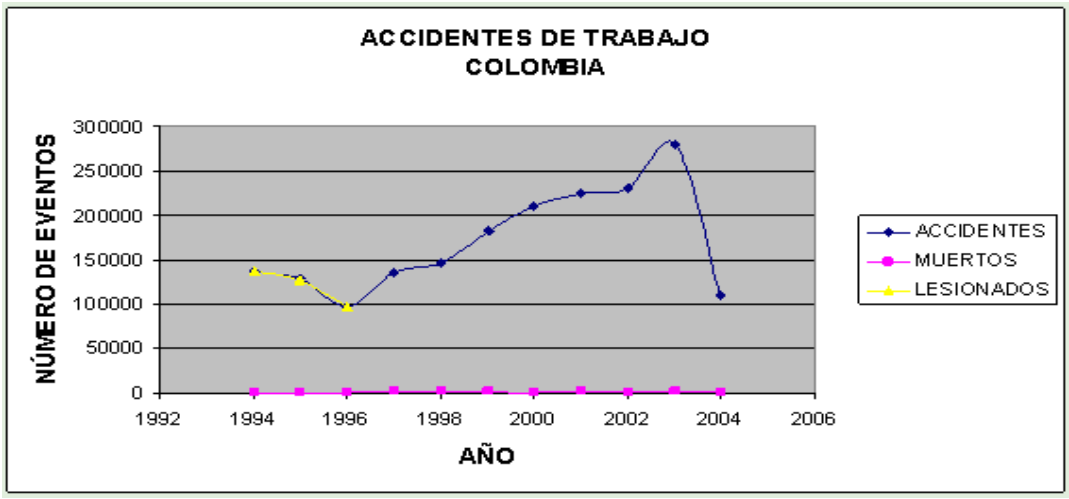
Figura 3. **Índices de accidentes de trabajo en Brasil**.



Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

A partir del año 2002, en Brasil, el número de lesionados y muertos por accidentalidad laboral fueron relativamente bajos y la tendencia de los lesionados se mantiene constante.

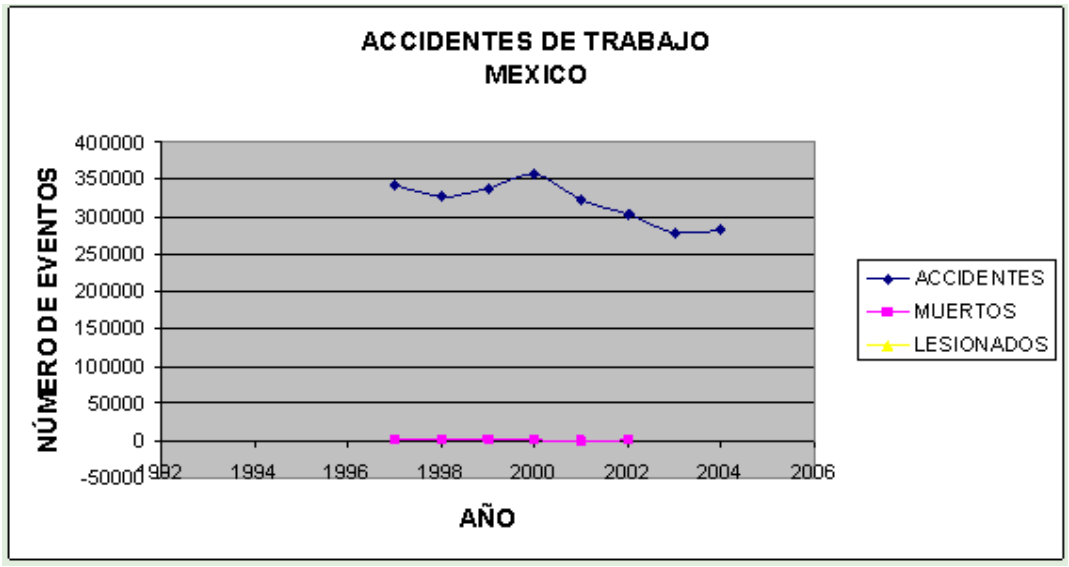
Figura 4. **Índices de accidentes de trabajo en Colombia**.



Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

En Colombia los datos reportados de los lesionados coinciden con el número de eventos, es decir aproximadamente cada accidente presentado deja un lesionado.

Figura 5. **Índices de accidentes de trabajo en México**.

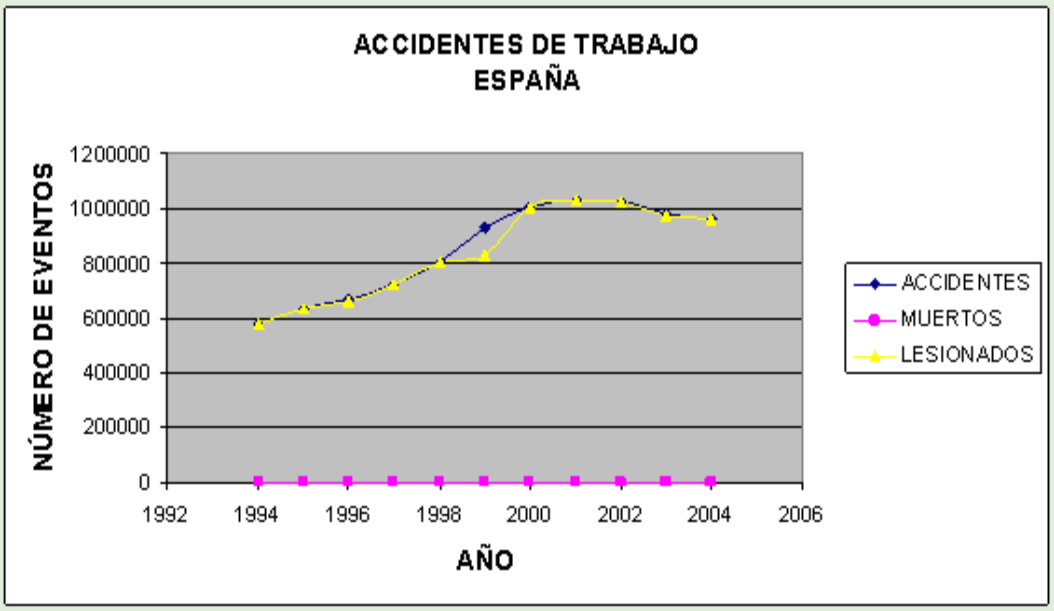


Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

En el año 2000, se registraron en México 1412 muertes por incidentes laborales, así como 411,000 accidentes de trabajo. Estos corresponden a la principal causa de incapacidad temporal en el país representando el 81% del total de los riesgos registrados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

El IMSS indica que los daños al cuerpo derivados de los accidentes de trabajo tienen mayor incidencia en manos y muñecas, así como tobillos y pies, seguidos por abdomen, columna lumbar y pelvis, que derivan principalmente en la generación de heridas, traumatismos, quemaduras, cuerpos extraños y amputaciones entre otros. Según el Jefe de División de Prevención de riesgos de Trabajo, los accidentes ocurren en un 62 % a hombres y 38 % a mujeres. (Instituto Mexicano del Seguro Social-IMSS).

Figura 6. **Índices de accidentes de trabajo en España**.



Fuente. XV JOLASEHT - Jornadas Latinoamericanas de S. e H.T. (2007).

En España se tiene una relación aproximada de uno a uno para los eventos y lesionados, significando aproximadamente un lesionado por cada accidente, a excepción del año 1999 en donde hubo menor número de lesionados que de accidentes.

¿Es obligación exclusiva de las empresas?, ¿Es tarea por excelencia del gobierno?, ¿Es responsabilidad de las compañías de seguros?. La seguridad en realidad tiene muchos actores pero, en la práctica, pocos activos y en el país como el nuestro, éste hecho también está cobrando sus víctimas con el paso del tiempo.

Evaluando la situación productiva en nuestro país, la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), (2005);[109], señala que, la industria nacional ha experimentado un crecimiento en la producción del 7,4 % en la última década; promoviendo el desarrollo productivo de nuestro país y a la vez fomentando la inversión y la exportación. El número de empresas en el Perú se han incrementado de acuerdo a los informes de los Censos

Nacionales Económicos, reportados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se muestran a continuación:

a. **Primer Censo Nacional Económico** (Julio de 1964).
   Año referencial 1963. Establecimientos y empresas censadas: 109,707 establecimientos y empresas comerciales e industriales.

b. **Segundo Censo Nacional Económico** (Setiembre – Octubre de 1974). Año referencial 1973. Se obtuvo información de actividades como: manufactura, Minería e Hidrocarburos, Pesquería, Comercio, Construcción, Electricidad y Servicios. Establecimientos y empresas censadas: 185,691.

c. **Tercer Censo Nacional Económico** se realizo en tres etapas:
   La primera etapa se realizo en Abril, Mayo y Junio de 1993; con periodo de referencia 1991. La segunda etapa se implementó en Octubre, Noviembre y diciembre de 1993; el periodo referencial fue 1992 y la tercera etapa se realizo en Junio y Julio de 1994; el periodo referencial fue 1993, obteniéndose información de 389,675 establecimientos y empresas.

d. **Cuarto Censo Nacional Económico** (2008)
   Tuvo dos objetivos fundamentales:
   - Obtener información económica básica que permita caracterizar la actual estructura económica del país, a nivel nacional, regional, provincial y distrital.
   - Elaborar un marco estadístico, que sirva de base para el diseño de muestras de empresas y su estudio económico.

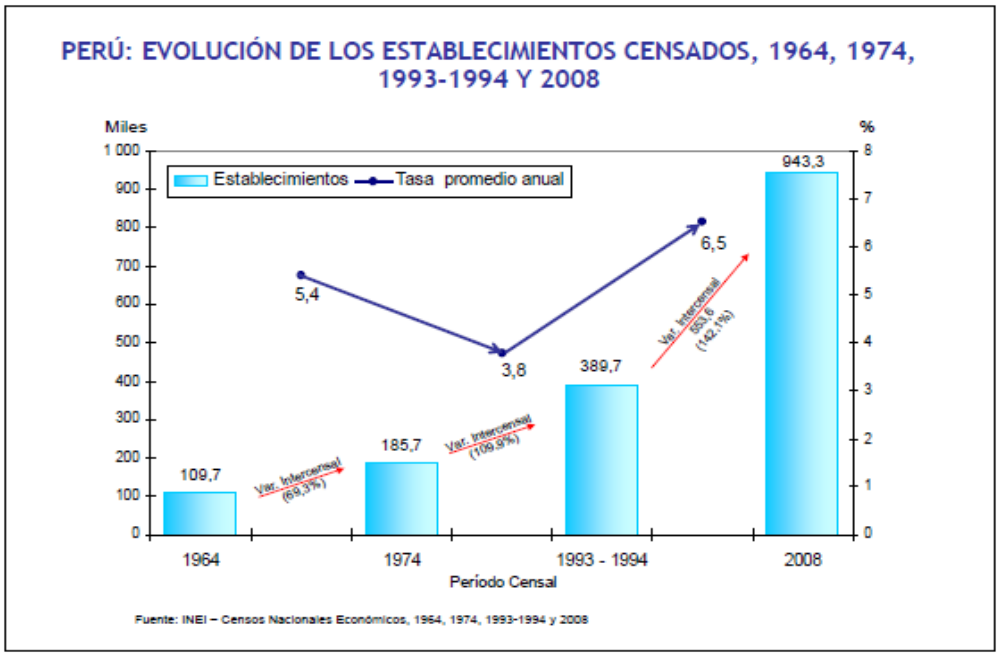
   El Cuarto Censo Nacional Económico, consideró toda el área urbana del territorio nacional, con 24 departamentos y la Provincia

Constitucional del Callao, obteniéndose información de 943,275 establecimientos y empresas.

La cobertura económica de dichos censos fueron: pesca y acuicultura; explotación de minas y canteras; industrias manufactureras; suministros de electricidad; gas, vapor y aire acondicionado; suministro de agua, alcantarillado; construcción; comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos de motor y de motocicletas; alojamiento y servicios de comida; transporte y almacenamiento; información y comunicación; actividades financieras y de seguros; actividades inmobiliarias, actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicio de apoyo; enseñanza privada; servicios sociales y relacionados con la salud humana, artes, entretenimiento y recreación, otras actividades de servicios.

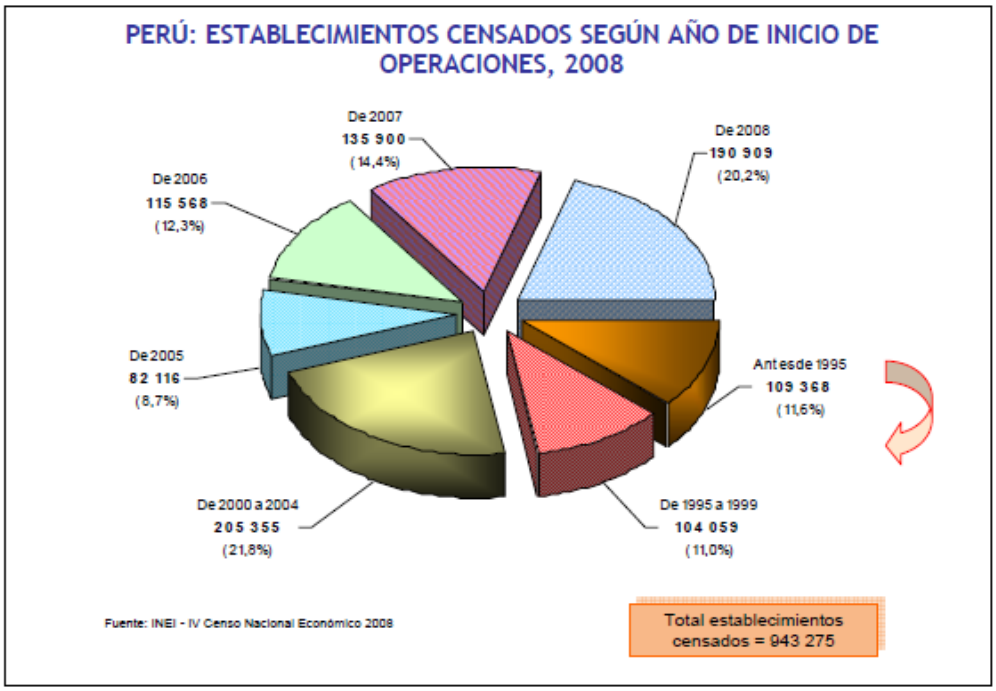
Los principales resultados se muestran en la Figura 7.

Figura 7. **Evolución de empresas censadas en Perú (2008).**



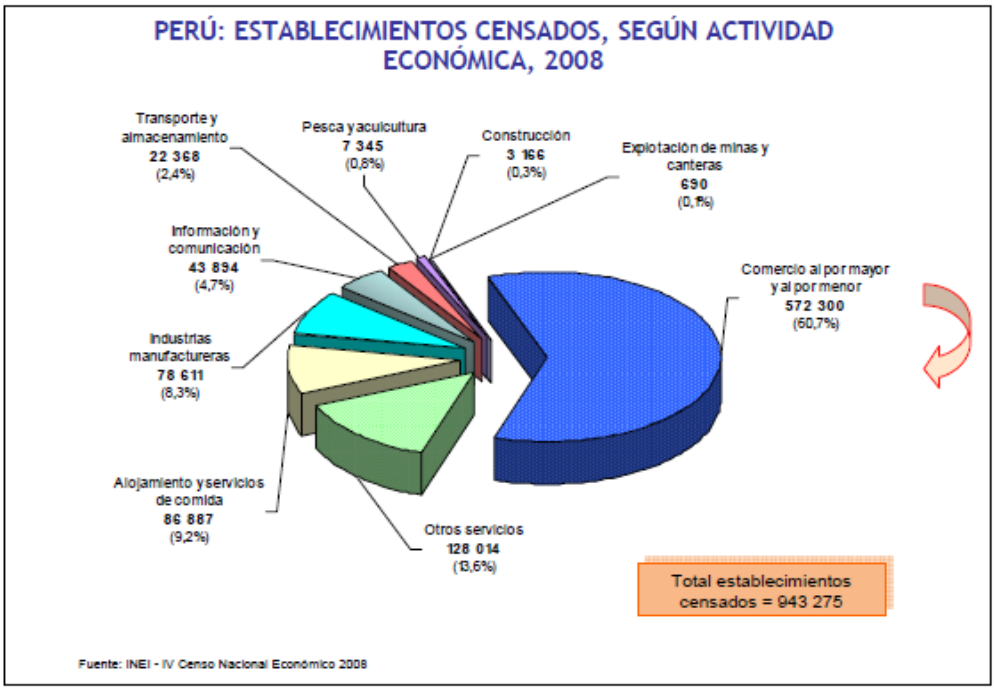
Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008).

Figura 8. **Empresas según año de inicio de operaciones**



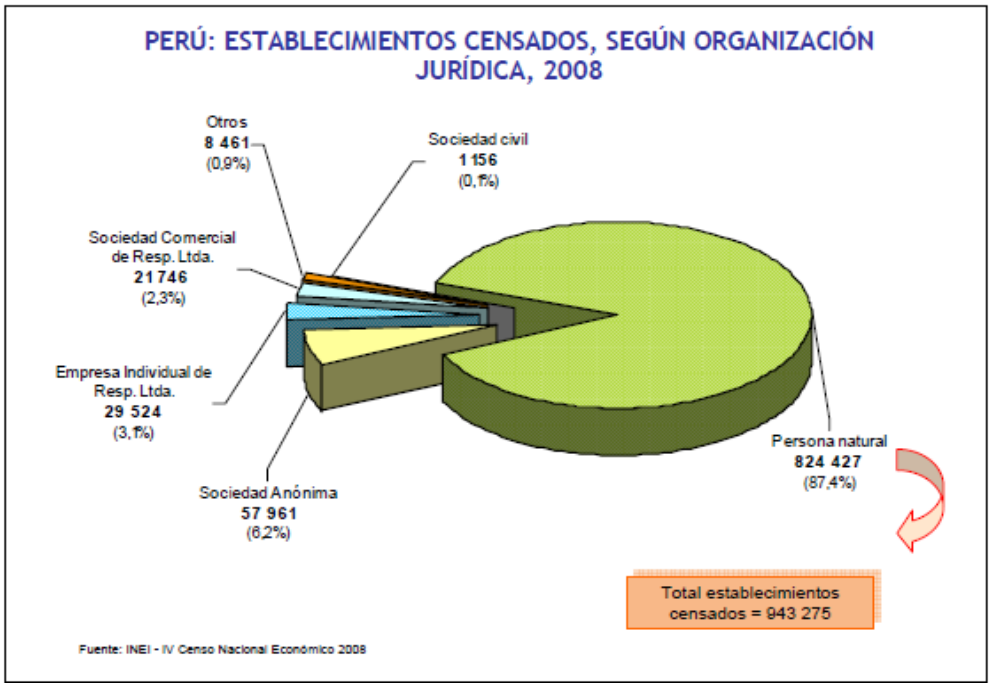
Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008).

Figura 9. **Empresas según actividad económica**.



Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008).

Figura 10. **Empresas censadas, según organización jurídica**.



Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008).

De acuerdo con el panorama económico mundial, en los últimos diez años el Perú es uno de los países de mayor crecimiento de Latinoamérica, debido a reformas en las políticas de gobierno; esto se refleja en el crecimiento económico de la inversión privada, que proyecta un aumento de 10 % y 11% para el año 2012. (Román Miu-Presidente SNI, 2010)[109].

Dicho proceso de crecimiento económico, ha generado la internacionalización de los sectores productivos de nuestro país, entre ellos el sector manufactura, por lo que, las empresas se han visto motivadas a desarrollar reformas en sus sistemas tradicionales de gestión para elevar su competitividad mejorando sus índices de productividad y condiciones de seguridad laboral; que permiten hacer frente a los riesgos y accidentes que están presentes en la realidad de nuestro país y el mundo. (Román Miu-Presidente SNI, 2010)[109].

Adicionalmente, el Ministerio de la Producción, (2007), encargado de formular, aprobar, ejecutar y supervisar; también realizó el Censo Nacional Manufactura, con resultados confiables y actualizados sobre la actividad productiva del Sector Industrial Manufacturero.

Cuadro 1. **Composición de empresas manufactureras en Perú**.

Tamaño de Empresa	%	N° Empresas
Micro [1-10]	96.40%	107,334
Pequeña [11-100]	3.20%	3,596
Mediana y Grande [101 a mas]	0.40%	418
TOTAL	100%	111,348

Fuente. Registro Censo Nacional Manufactura-M.P. (2007).

Cuadro 2. **Distribución de empresas por sector industrial**

Estrato	Micro	Pequeña	Mediana y Grande	Total	%
Textil	22,554	734	103	23,391	21,0
manufactura	18,874	369	26	19,269	17,3
Metal Mecánica	15,993	631	47	16,671	15,0
Agroindustria	15,504	519	76	16,099	14,5
Otras Industrias	13,836	226	19	14,081	12,6
Edición e Impresión	9,016	215	19	9,250	8,3
Pieles y Cueros	4,654	161	4	4,819	4,3
Minería No Metálica	3,405	127	22	3,554	3,2
Químicos	2,072	474	56	2,602	2,3
Joyas y Artículos conexos	1,095	13	6	1,114	1,0
Pesca	49	88	32	169	0,2
Sidero Metalurgia	123	27	6	156	0,1
Instrumento de Óptica	132	3	1	136	0,1
Petróleo y Derivados	27	9	1	17	0,0
Total Empresas	107,334	3,596	418	111,348	100,0

Fuente. Registro Censo Nacional Manufactura-M.P. (2007).

Según los resultados de los Censos Nacionales realizados por el Ministerio de la Producción, (2007) y el Censo Nacional Económico, (2008); se determinó que en el Perú existen hasta el año 2008, un total de 943,275 empresas; del cual el 96,4 % son microempresas, el 3,2 % son pequeñas empresas y el 0,4 % son medianas y grandes empresas; representando el 100 % de todas las unidades económicas del país.

En base a los aportes de la Sociedad Nacional de Industrias, (2009) en términos de empleo, también su presencia es mayoritaria, la microempresa genera empleo a aproximadamente 8 millones de personas y la pequeña empresa a 1 millón, entre las dos (micro y pequeña empresa) suman 9 millones, el cual es un alto porcentaje de los 16 millones del total de la población económicamente activa en la actualidad.

Sin embargo, las deficiencias generales de este sector productivo de manufactura (microempresa y pequeña empresa), son los siguientes:

a. Deficientes programas de seguridad industrial.
b. Tecnologías de producción obsoletas.
c. Baja calificación de la mano de obra.
d. Reducida aplicación de tecnologías de gestión.
e. Limitado acceso al mercado, tanto de productos finales como factores de producción.
f. Gastos de crédito.

Por los factores mencionados, los accidentes laborales en el Perú y en cualquier otro; constituyen un serio problema, el cual es potencialmente prevenible, sin embargo tiene un singular impacto mundial, y se traduce en la vulnerabilidad de los trabajadores y la necesidad de disponer de

sistemas de prevención a fin de asegurar el desempeño óptimo de la población trabajadora.

El Seguro Social de Salud (EsSalud), es la institución peruana de la seguridad social, comprometida con la atención integral de las necesidades y expectativas de la población y el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); no poseen los mismos datos de registro del índice de accidentalidad respecto a la información del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), y se desarrollan bajo conceptos distintos lo que dificulta obtener una única base de datos nacional sobre los accidentes de trabajo. Además de no existir registros de los empleadores informales que son parte importante de la fuerza productiva del país.

El estudio de los accidentes de trabajo son herramientas preventivas para orientar las acciones prospectivas, que permita mejorar el conocimiento de los determinantes y circunstancias de los accidentes laborales para favorecer la implantación de medidas correctoras, se han elaborado las figuras y cuadros siguientes en base a los registros otorgados por la Gerencia Central de Prestaciones de EsSalud correspondientes a los años 2007, 2008 y 2009.

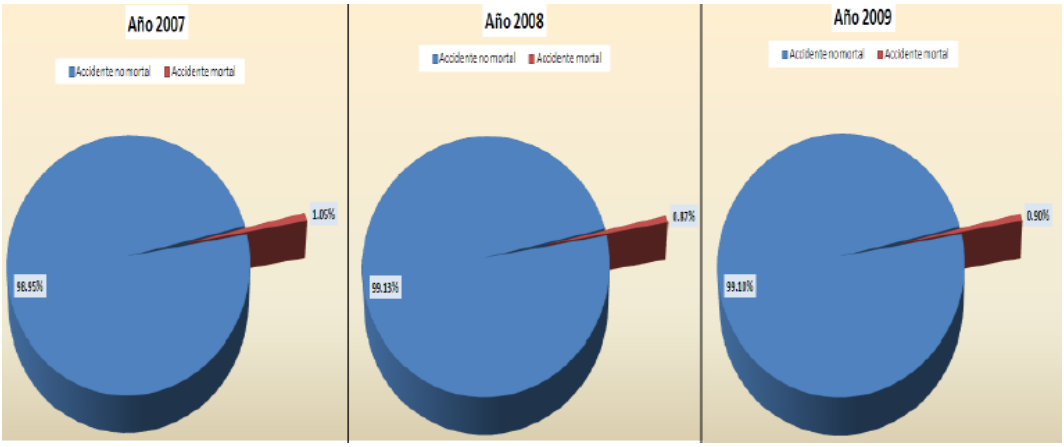
Del análisis de datos se registraron 16,649 accidentes de trabajo en 2007; 26,750 accidentes en 2008 y 20,345 registros en 2009. Existiendo registros inconsistentes en 1,803 registros del 2007 (10,8 %), 3,349 registros inconsistentes al 2008 (12,5 %) y 2,469 para los registros del 2009 (12,1 %).

Considerando la totalidad de registros considerados en la base de datos y comparando con la población con cobertura por EsSalud, se tiene una tasa de incidencia anual de accidentes de 2,8 % para el 2007 y 3,7 %

para el 2008 y 3,4 % para el 2009, cifras mayores respecto a los países de Chile y Argentina.

El número de accidentes de trabajo mortales refleja un incremento entre el 2007 y el 2008 pasando de 175 a 233, un incremento de 33,14 %; para el 2009 los accidentes registrados hasta el mes de Julio registraban un total de 184 accidentes mortales que de mantenerse del mismo modo para el segundo semestre representaría una aumento mayor al 50 % en comparación al 2008. Dichas cifras muestran que el número de accidentes de trabajo y accidentes mortales está en aumento.

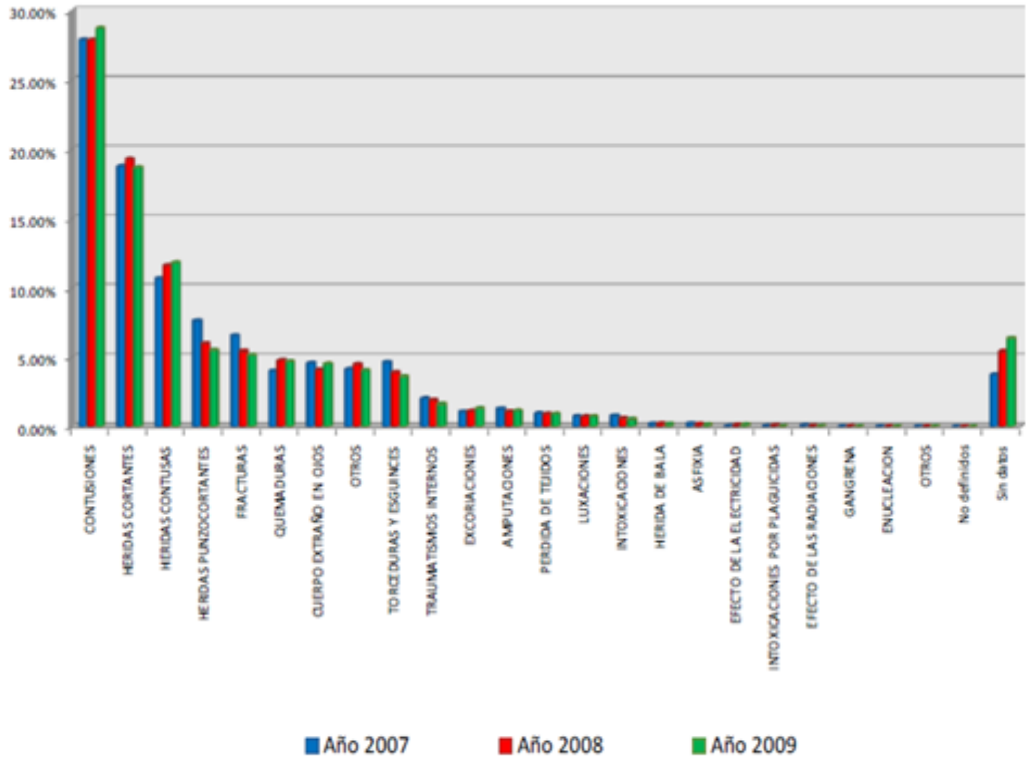
Figura 11. **Reporte de accidentes laborales mortales en Perú**.



Fuente. EsSalud, Ministerio de Salud (DIGESA) (2010)[109].

Considerando la naturaleza de los accidentes, sobresalen las lesiones contusas (contusión y heridas contusas) que para el año 2007 representaron el 38,54 % de los accidentes, para el 2008 ascendieron al 39,47 % y en el año 2009 (hasta Julio) al 40,54 %; en un segundo lugar se sitúan las lesiones cortantes (heridas cortantes o punzocortantes) que al 2007 llegaron a un 26,39 %, para el 2008 con un 25,29 % y para el 2009 llegaron a un 24,20 %, manteniéndose como los principales por sobre los demás tipos en todos los años consignados en el siguiente reporte.

Figura 12. **Estadística según tipos de accidentes en Perú**.



Fuente. EsSalud, Ministerio de Salud (DIGESA) (2010)[109]

Asimismo, el Ministerio de Trabajo y Promoción Social, mediante su Anuario Estadístico del Año 2011, ha publicado los reportes de accidentes laborales a nivel nacional, clasificado por sexo, por regiones; los que permiten determinar estadísticas confiables para la correcta toma de decisiones en lo referente a seguridad industrial.

A continuación se muestran resultados de los accidentes en el Perú.

Cuadro 3. **Notificaciones de accidentes laborales por sexo**.

Trabajo

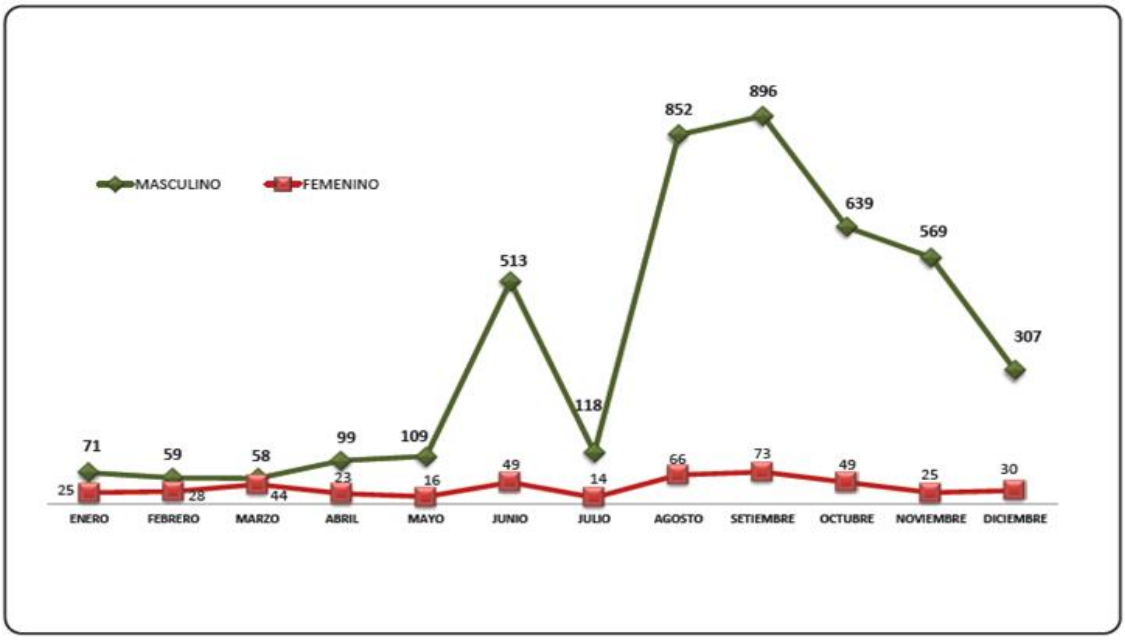
IX NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO, INCIDENTES PELIGROSOS Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES

NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO POR SEXO, SEGÚN MESES
2011

MESES	SEXO				TOTAL	
	MASCULINO		FEMENINO			
	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
ENERO	71	1,50	25	0,53	96	2,03
FEBRERO	59	1,25	28	0,59	87	1,84
MARZO	58	1,23	44	0,93	102	2,16
ABRIL	99	2,09	23	0,49	122	2,58
MAYO	109	2,30	16	0,34	125	2,64
JUNIO	513	10,84	49	1,04	562	11,88
JULIO	118	2,49	14	0,30	132	2,79
AGOSTO	852	18,01	66	1,39	918	19,40
SETIEMBRE	896	18,93	73	1,54	969	20,48
OCTUBRE	639	13,50	49	1,04	688	14,54
NOVIEMBRE	569	12,02	25	0,53	594	12,55
DICIEMBRE	307	6,49	30	0,63	337	7,12
TOTAL	**4 290**	**90,66**	**442**	**9,34**	**4 732**	**100,00**

Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Figura 13. **Notificaciones de accidentes laborales por sexo.**

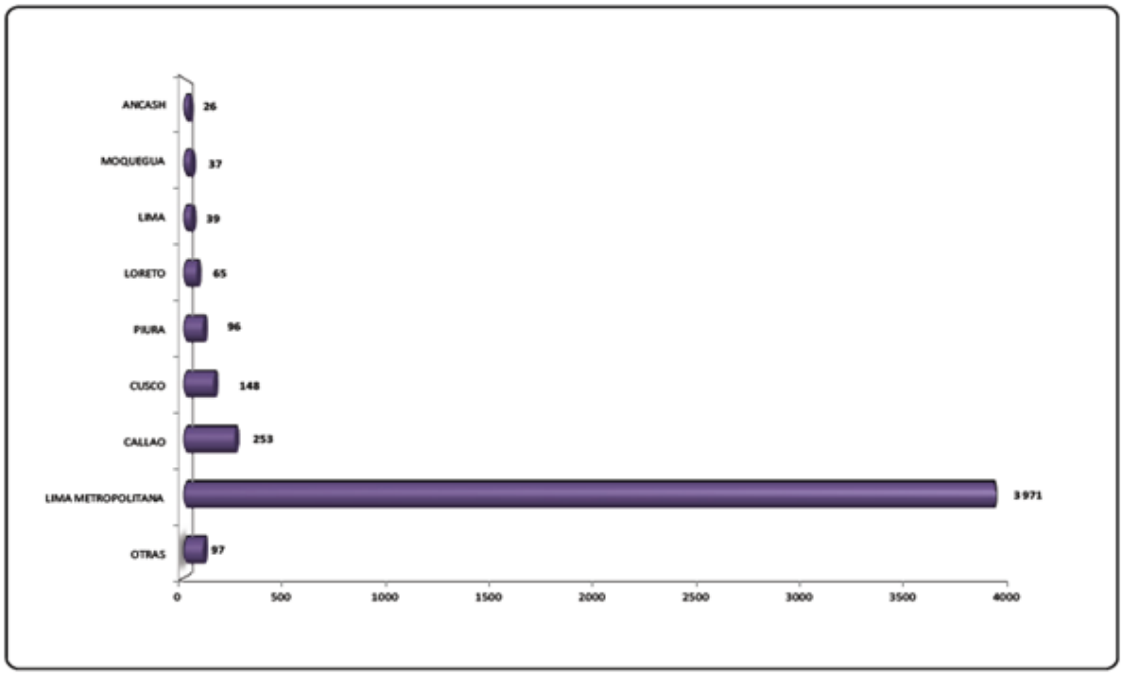


Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

La seguridad integral constituye la delimitación programática de la posición y actuaciones de la empresa ante los riesgos, en la que se consideran todos los efectos que se producen sobre todos los sujetos o elementos (bienes) intervinientes en la empresa a causa de todos los riesgos posibles, bajo la perspectiva de los diferentes planos de observación del sistema empresarial, que en su convergencia confieren el sentido globalizador que caracteriza a la seguridad integral. (Cortez, 2008)[24].

Según Denton, (2006)[26], la seguridad integral se basa en una toma de posición proactiva por parte de la dirección de la empresa con la finalidad de contribuir favorable y positivamente a la mejora de los rendimientos empresariales, del ambiente socio laboral y del entorno de la misma. Todo ello en contraposición con una seguridad tradicional, con actitud a la defensiva por cumplir las exigencias reglamentarias que limitan la efectividad de los objetivos de la empresa.

Figura 14. **Notificaciones de accidentes laborales por regiones.**



Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Cuadro 4. **Notificaciones de accidentes laborales por regiones**.

NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO POR MESES, SEGÚN REGIONES 2011

REGIONES	MESES												TOTAL	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ABSOLUTO	%
ANCASH	-	2	2	-	-	4	2	2	4	4	3	3	26	0,55
AREQUIPA	-	-	-	-	-	3	2	5	-	4	2	3	19	0,40
AYACUCHO	-	2	7	1	2	-	3	-	-	-	3	-	18	0,38
CALLAO	2	1	1	14	5	4	1	62	56	40	27	40	253	5,35
CUSCO	12	14	8	5	11	8	11	10	15	12	18	24	148	3,13
HUANCAVELICA	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	1	8	0,17
ICA	4	1	1	1	-	-	-	1	1	3	2	2	16	0,34
LA LIBERTAD	-	-	-	-	6	-	1	2	6	-	2	1	18	0,38
LAMBAYEQUE	-	1	-	-	1	-	-	2	1	-	-	1	6	0,13
LIMA METROPOLITANA	65	47	73	90	78	525	74	818	847	602	519	233	3 971	83,92
LIMA	-	3	-	-	-	-	21	2	4	2	2	5	39	0,82
LORETO	-	8	8	4	2	8	11	5	5	4	7	3	65	1,37
MOQUEGUA	7	2	-	2	7	4	-	1	2	3	2	7	37	0,78
PASCO	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	3	0,06
PIURA	6	5	2	5	5	6	4	6	28	11	7	11	96	2,03
PUNO	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,02
TACNA	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2	-	2	6	0,13
TUMBES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,02
UCAYALI	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02
TOTAL	96	87	102	122	125	562	132	918	969	688	594	337	4 732	100,00

Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Cuadro 5. **Notificaciones de accidentes laborales mortales por sexo**.

Trabajo

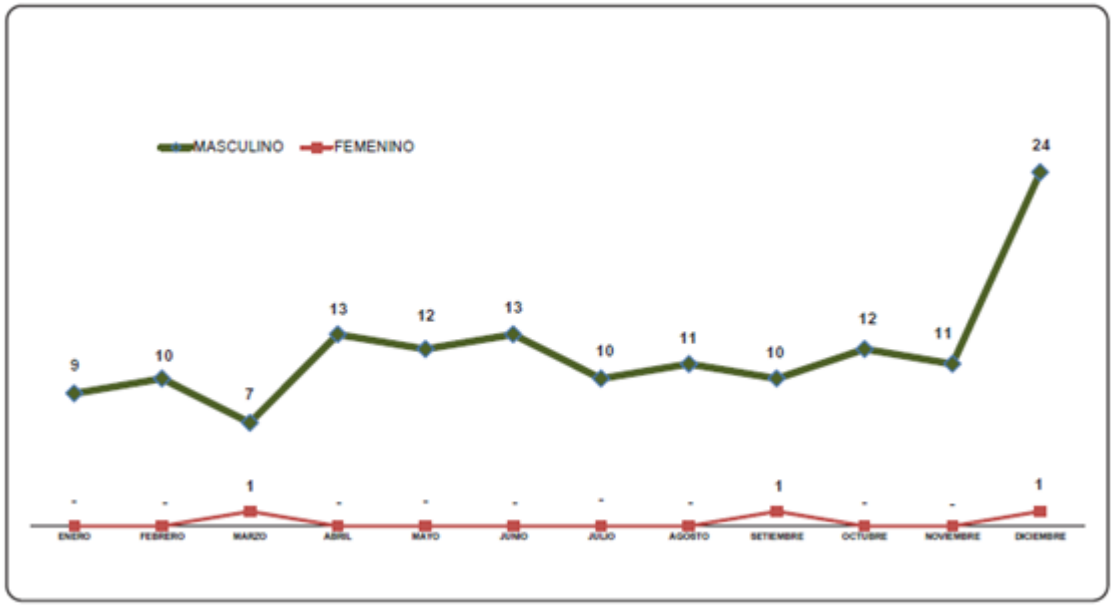
IX NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO, INCIDENTES PELIGROSOS Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES

NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES MORTALES POR SEXO, SEGÚN MESES
2011

MESES	SEXO				TOTAL	
	MASCULINO		FEMENINO			
	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
ENERO	9	6,21	-	-	9	6,21
FEBRERO	10	6,90	-	-	10	6,90
MARZO	7	4,83	1	0,69	8	5,52
ABRIL	13	8,97	-	-	13	8,97
MAYO	12	8,28	-	-	12	8,28
JUNIO	13	8,97	-	-	13	8,97
JULIO	10	6,90	-	-	10	6,90
AGOSTO	11	7,59	-	-	11	7,59
SETIEMBRE	10	6,90	1	0,69	11	7,59
OCTUBRE	12	8,28	-	-	12	8,28
NOVIEMBRE	11	7,59	-	-	11	7,59
DICIEMBRE	24	16,55	1	0,69	25	17,24
TOTAL	**142**	**97,93**	**3**	**2,07**	**145**	**100,00**

Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Figura 15. **Notificaciones de accidentes laborales mortales por sexo.**



Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Cuadro 6. **Notificaciones de accidentes laborales mortales por regiones.**

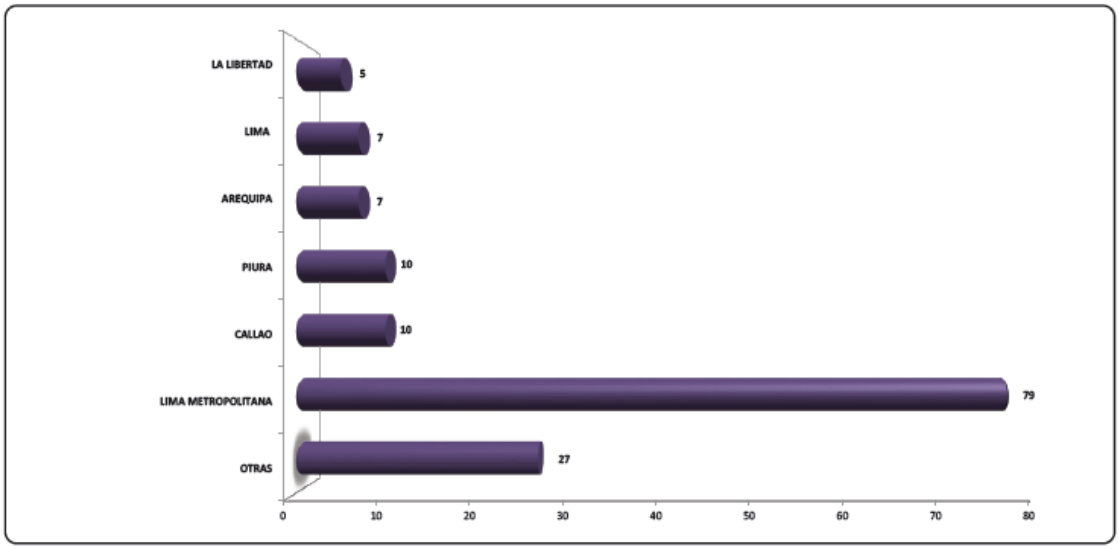
Trabajo

IX NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO, INCIDENTES PELIGROSOS Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES

REGIONES	MESES												TOTAL	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ABSOLUTO	%
ANCASH	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	3	2,07
AREQUIPA	-	1	-	1	1	-	1	-	2	1	-	-	7	4,83
AYACUCHO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1,38
CAJAMARCA	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,69
CALLAO	-	-	-	2	1	-	-	2	-	2	-	3	10	6,90
CUSCO	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,69
HUANCAVELICA	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2,07
ICA	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,69
LA LIBERTAD	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	1	-	5	3,45
LAMBAYEQUE	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2,07
LIMA METROPOLITANA	6	3	5	5	4	6	6	4	7	7	6	20	79	54,48
LIMA	-	-	-	3	1	-	-	1	-	-	1	1	7	4,83
LORETO	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,69
MOQUEGUA	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	3	2,07
PASCO	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1,38
PIURA	-	-	1	1	2	1	3	1	-	1	-	-	10	6,90
PUNO	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,69
TACNA	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	3	2,07
TUMBES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,69
UCAYALI	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1,38
TOTAL	9	10	8	13	12	13	10	11	11	12	11	25	145	100,00

Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

Figura 16. **Notificaciones de accidentes laborales mortales por regiones.**



Fuente. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2011)[61].

El problema se traduce por lo tanto, en determinar las causas que producen y como disminuir el número de accidentes laborales. El reto es determinar cómo identificar y controlar los factores de riesgos de accidentalidad generado en la empresa, promoviendo la transformación de sistemas de seguridad en confiabilidad del ambiente laboral, que garantice un proceso de crecimiento y desarrollo para la empresa; bienestar para el trabajador y su familia.

1.2. Formulación del Problema

Considerando la situación anteriormente fundamentado, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo formular un modelo electrónico del sistema de arquitectura multisensorial para la supervisión y seguridad industrial, que permita minimizar los índices de accidentalidad laboral y mejorar el factor costo-beneficio, considerando e integrando las variables en su política de producción; el cuál es función primaria de la empresa?

Como problemas secundarios, se plantean los siguientes:

a. ¿Qué variables son relevantes para el diseño electrónico del modelo inteligente?
b. ¿Cómo identificar las principales variables que van a determinar la actuación del diseño electrónico en la supervisión inteligente de la empresa?
c. ¿Cómo especificar los sensores y componentes del diseño electrónico para alcanzar niveles óptimos de confiabilidad?
d. ¿Cómo validar el modelo electrónico en una empresa?

1.3. Justificación

Minimizar los índices de accidentalidad laboral, permitirá a las empresas reducir los costos derivados por la accidentalidad laboral (indemnizaciones, daños materiales, perdidas por interrupción de producción y otros); optimizando las capacidades de organización con el objetivo de alcanzar las metas propuestas. Las empresas serán motivadas en tomar acciones en temas de seguridad industrial, con la aplicación de sistemas inteligentes en acorde a los avances de la tecnología electrónica y según requerimientos de la empresa, para garantizar condiciones de confiabilidad y eficiencia en los trabajadores, así como la mejora de condiciones de productividad en la empresa; promoviendo además capacitación especializada y desarrollos de investigación, para proveer información de seguridad industrial y propiciar la educación organizacional de los trabajadores y alcanzar cultura de prevención de riesgos en la empresa; por lo que el presente trabajo de investigación plantea el diseño de un modelo electrónico aplicando tecnología de inteligencia artificial.

Con el modelo electrónico elaborado a partir de investigaciones y pruebas realizadas se plantea opciones factibles para supervisar en forma permanente la actividad industrial en la empresa, actuando prospectivamente ante el origen de riesgo de accidentalidad. El diseño propuesto considera la aplicación de tecnologías electrónicas recientes, de última generación; donde se plantean la aplicación de propiedades de la inteligencia artificial de dispositivos programables, para obtener soluciones eficientes y confiables dentro del escenario de proceso productivo de la empresa.

En la tesis se desarrolla un planteamiento del modelo de arquitectura multisensorial y de formulación de políticas de supervisión y seguridad

industrial investigadas y evaluadas dentro del marco de las Normas de Seguridad Nacional e Internacional, analizando los factores de riesgo, permitiendo obtener sistemas inteligentes con características de vigilancia confiable.

Es importante considerar que la presente investigación beneficiará a las microempresas, pequeñas empresas y medianas empresas; a sus integrantes (Personal Directivo y obrero, infraestructura, equipos, insumos y productos terminados), asimismo a las familias que en muchos casos quedan en estado de abandono y finalmente el mayor beneficiario será nuestro país, porque mediante la adecuada aplicación en las empresas se obtendrá mejoras en el factor costo-beneficio y las pérdidas económicas derivados por los índices de accidentalidad laboral, se reducirán mejorando el desarrollo de la cultura proactiva de los trabajadores y sobre todo, liberar al trabajador de la amenaza permanente que presenta desarrollar su actividad laboral.

Otras ventajas inherentes del modelo planteado son los siguientes:

a. Mejora del clima laboral, permitiendo desarrollar actividades productivas con altos índices de calidad.
b. Se eliminan las interrupciones de producción, mejorando los volúmenes de producción.
c. Se mejora la atención a los clientes cumpliendo con los programas de entrega de los productos.
d. Crea estabilidad ó mejora de la demanda de sus productos en el mercado.
e. Se evitan sanciones y multas a la empresa.
f. Fomenta una autentica cultura de prevención de riesgos laborales, que asegure el cumplimiento efectivo de las obligaciones preventivas según el marco normativo.

En síntesis, la investigación se justifica por sus aportes:

Aporte Científico: el diseño de un modelo electrónico que permite la minimización de índices de accidentalidad laboral, con lo que se muestra que la tecnología electrónica es una alternativa confiable, eficiente y de bajo costo para mejorar nuestra empresa nacional.

Aporte Económico: La Empresa, la Facultad, la Universidad y el País, se verán beneficiadas, por promover la mejora de las condiciones del desarrollo laboral en la empresa, minimizando costos por indemnizaciones, daños materiales, pérdidas de producción, multas; promoviendo su implementación en las empresas nacionales.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Incrementar el nivel de Seguridad Industrial en las empresas y optimizar la relación costo-beneficio a través del modelamiento electrónico de un sistema de supervisión y seguridad industrial, con tecnología de inteligencia artificial.

1.4.2 Objetivos Específicos

a. Evaluar mecanismos de inteligencia artificial, que permitan desarrollar sistemas de vigilancia confiable.
b. Optimizar la relación costo-beneficio en la seguridad industrial de nuestras empresas.

1.5 Estructura de la investigación

La presente investigación contiene cinco capítulos, según se indica:
El capítulo 1, titulado Planteamiento del problema; describe la síntesis de los principales componentes del plan de tesis, permitiendo iniciar la investigación para el desarrollo del modelo electrónico propuesto.
Se consideran la situación del problema, la formulación del problema, la justificación de la tesis, presentación de los objetivos generales y específicos.

El capítulo 2, titulado el Marco Teórico; presenta los fundamentos tecnológicos considerados en el desarrollo de la investigación. Considera el marco científico de los principios del diseño electrónico desarrollado según la evolución de la tecnología electrónica, evaluación de los dispositivos con características de inteligencia artificial, así como la evaluación de los sensores apropiados según análisis previos; complementando los conocimientos y experiencia obtenidos en el ejercicio profesional y participación en proyectos de automatización industrial, permitiendo obtener una perspectiva de la situación actual de la empresa de manufactura y de la problemática de la automatización de la supervisión y seguridad industrial con tecnología electrónica.

El capítulo 3, titulado Metodología de la investigación; presenta la metodología de investigación, mostrando el tipo de investigación experimental aplicado; permitiendo identificar las variables, evaluar, modificar las variables y componentes del modelo electrónico.
Asimismo se describe la descripción de la población de estudio, el diseño de la muestra y proceso de adquisición de datos.

El capítulo 4, titulado Diseño del modelo de supervisión y seguridad industrial, presenta una arquitectura de supervisión, basado en técnicas de

inteligencia artificial, de aplicación en supervisión industrial. El Sistema de Arquitectura Multisensorial permite integrar políticas de control electrónico que hacen uso de la información sobre el proceso de monitorización a todos los niveles. Se estudia la detección del estado de sensores de señales de riesgo a los valores de reportes de eventos accidentales ocurridos. Desde el conocimiento operacional representado por los procedimientos de detección multisensorial hasta el conocimiento estructural-funcional del sistema electrónico.

El enfoque distribuido e interconectado mediante cableado con Topología tipo bus industrial (RS-485) de esta arquitectura; posibilita la construcción de sistemas robustos, eficientes, fundamentalmente confiables y de bajo costo, que son los principales objetivos del presente diseño.

El capitulo 5, describe el Análisis de resultados obtenidos de la aplicación del proyecto. Se desarrolla una aplicación práctica en el que se implementa el modelo en referencia a fin de ilustrar los resultados a obtenerse y el uso o aplicación del mismo en la toma de decisiones. Asimismo se describe el impacto científico y económico del modelo electrónico y de las variables criticas en seguridad industrial y las ventajas de su implementación.

En las Conclusiones y Recomendaciones, se muestran con los detalles respectivos los resultados de la investigación. Se establecen las conclusiones a las que se han llegado en la investigación y las sugerencias para implementar políticas de gestión para prevención de riesgos laborales en nuestro medio.

También se muestran las fuentes de información consultadas, asimismo los anexos, apéndices y un glosario de términos necesarios para complementar la información de la investigación.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Actualmente, debido a los avances tecnológicos de la electrónica, y la necesidad de mejorar las condiciones del clima laboral en la empresa; la supervisión y seguridad industrial ocupa un lugar singular de importancia. Según lo analizado en el capitulo anterior y desde sus orígenes están relacionadas con la preservación de la vida, la salud y las posesiones; como consecuencia de una tendencia natural del hombre hacia el mayor grado de certidumbre posible en la consecución de sus objetivos y en la prevención de fenómenos ó hechos que estima negativo para su subsistencia.

Según Checa, (2008)[22], con el desarrollo de las tecnologías de industrialización y de la sociedad que éste lleva relacionado, en la actualidad se apuesta por un planteamiento de la seguridad industrial caracterizado por la búsqueda del bien común, una consideración dinámica de la seguridad, una perspectiva integradora de ésta, con los demás sistemas sociales, la interacción y coordinación en el tratamiento de los distintos riesgos, el tratamiento especializado para los factores de riesgos y un enfoque integrador de distintas disciplinas. (Checa, 2008)[22]

La evolución del ser humano desde sus orígenes, ha superado etapas desde el predominio agrícola para llegar a la era industrial e ingresar en la sociedad post-industrial de la información, la automatización y la

comunicación en que se encuentra actualmente; añadiendo los riesgos naturales, tradicionales y tecnológicos.

Hawkins, (2007)[43], afirma que la empresa en la actualidad, constituye un sistema complejo que se encuentra inmerso en estructuras amplias que configuran la sociedad: tecnologías de producción, competitividad del mercado laboral, globalización de la economía, tecnologías de la información y comunicación. Dichas relaciones están presididas por la incertidumbre que caracteriza por el acierto en la toma de decisiones y la gestión orientadas al logro de los objetivos propuestos, y esa incertidumbre, a su vez, se ve más caracterizada por el dinamismo y el cambio acelerado que presiden las actividades de la empresa actual. (Hawkins, 2007)[43].

Por otra parte, según Usátegui, (2010)[88], las medidas de seguridad para hacer frente a los riesgos han evolucionado, pero no comparado con la Tecnología el cual avanza a una rapidéz cada vez mayor. Así desde la estructura social primitiva, se llega al presente, en el que los complejos sistemas industriales y los nuevos riesgos que llevan asociados requieren principios de protección de bases proporcionales a la gravedad potencial que comportan. Además la marcada tendencia a la apertura internacional del comercio ha situado en primera línea de importancia para la supervivencia empresarial a la competitividad comercial junto con la capacidad financiera.

Asimismo, es necesario mencionar que se basa el logro de mayor calidad, competitividad, productividad y en definitiva, eficacia empresarial con los factores que utiliza la seguridad industrial para la consecución de sus objetivos. La aplicación coordinada de procedimientos para conseguir estas calificaciones (calidad-productividad-seguridad) inciden positivamente en la mejora de cada una de ellas, lo que plantea la

aplicación del concepto del sistema de supervisión y seguridad industrial como elemento estratégico para la mejora de aspectos industriales, comerciales y económicos de la empresa.

2.2 Perspectiva epistemológica de la investigación

Según Martinetti, (2008)[56], todo trabajo de investigación se fundamenta sobre una cierta visión del mundo; por lo que la reflexión epistemológica es importante en todo trabajo de investigación.

La epistemología tiene por objeto el estudio de las ciencias, preguntándose sobre ¿Qué es la ciencia?, ¿Qué es el fenómeno?, ¿Qué causas producen el fenómeno?, ¿Qué conocimientos genera el fenómeno?; y discutiendo la naturaleza del método a emplear y del valor del conocimiento. La reflexión epistemológica se impone ante todo investigador de ingeniería, que pretenda efectuar una investigación rigurosa, pues permite asegurar la validéz y legitimidad de una investigación. (Girot, 2006)[37].

En este apartado el investigador se pregunta sobre la naturaleza del conocimiento producido, la dependencia ó independencia del investigador frente al conocimiento producido, la interpretación de la realidad por el investigador y sobre el enfoque adecuado al objeto de investigación.

Son muchos y divergentes los puntos de vista de la investigación en general y, más en particular, en el vasto campo de la Ingeniería Industrial, hasta llegar a las confrontaciones alrededor de conceptos tales como “cualitativo” vs cuantitativo”, “comprensión vs explicación”, “objetividad vs subjetividad”. Lo evidencia también, la gran cantidad de “ismos” existentes en la Filosofía y la Metodología de la Investigación de la ciencia: Realismo,

Idealismo, Instrumentalismo, Convencionalismo, Operacionalismo, Empirismo, Racionalismo, Inductivismo, Deductivismo.

A tal punto ocurren éstas características que hasta ahora nadie tiene la autoridad como para dictar un canon estricto y específico respecto a cómo se debe investigarse, más allá de aquel acuerdo generalizado según el cual la investigación es un proceso de producción de conocimientos esencialmente comunicable, replicable, evaluable y sometible a pruebas de fiabilidad. Más allá de ese acuerdo fundamental, la superación de las divergencias subsiguientes, las que surgen a partir de dicho acuerdo, suele resolverse en la práctica cuando los investigadores conforman comunidades académicas alrededor del planteamiento de hipótesis epistemológicas, metodológicas y se dedican a producir conocimientos dentro del proyecto, esperando que el éxito de dichas producciones respalde ó aumente progresivamente la confiablidad de aquellas hipótesis de trabajo.

Todo ésto tiene dos implicaciones de interés: la primera es que toda investigación de nivel doctoral tiene el reto de legitimar sus propios modos de abordaje y de resolución, frente a la gran divergencia de criterios existentes. La segunda implicación es que, justo para lograr esa legitimación, toda investigación debe definir y declarar sus orientaciones de trabajo a partir de un cierto marco de convicciones epistemológicas y metodológicas que es compartido por la comunidad académica en la que dicha investigación se inscribe y que, además tiene evidentes referencias dentro de la historia de la ciencia y del desarrollo académico mundial.

Según Barry, (2005)[13], las investigaciones se analizan, interpretan y evalúan solo a partir de esas definiciones epistemológicas y de ese marco de convicciones. La calidad de un trabajo académico será siempre determinado por su relación en definir su posición y sus definiciones

epistemológicas, mas no por su relación a otras convicciones diferentes. Podrá discutirse acerca de esa orientación epistemológica frente a otras opciones y podrá también estar en desacuerdo con ella, pero esa será una discusión diferente a la discusión sobre la calidad de trabajo y de sus logros.(Barry, 2005)[13].

Esta última es la que resulta significativa a la hora de interpretar y examinar un proyecto, atendiendo al grado de consistencia y coherencia con respecto a sus marcos epistemológicos y a la magnitud de sus logros con respecto a las expectativas de la comunidad académica al que pertenece.

Evidentemente, como se hizo mención, es importante que esos lineamientos de fondo tengan referencias claras dentro de la historia de la ciencia, es decir, que se encuentren apoyados por otras investigaciones de reconocido éxito en el plano mundial, que también se haya fundamentado en los mismos lineamientos.

Según, lo mencionado y ante la necesidad de formular una determinada postura epistemológica para desarrollar el proyecto, se considera el enfoque del racionalismo crítico, de orientación prácticas-deductivista y argumentativa, que tiene sus máximos exponentes y defensores en autores como Bunge (1959), Lakatos (1981), Popper (1982), Bachelard (1991) y muchos otros, cuyos postulados sirvieron de base a numerosas investigaciones exitosas en la historia de las Ciencias de Ingeniería; aportando los famosos casos de Einstein, Mendeliev, Fermi Dirac, entre otros.

Antes de ir a caracterizaciones más de fondo, se describen algunos de los rasgos elementales que conforman el marco de convicciones epistemológicas reunidas bajo la expresión “racionalismo crítico”, tal como

se puede ver en la historia de las investigaciones y en las declaraciones de los filósofos de la ciencia adscritos a esta posición. Por razones de claridad práctica, se formulan éstos rasgos de convicciones, confrontando lo que es investigar:

1. Investigar es esencialmente, razonar: dados los hechos y dado un cuerpo de conocimiento previo en torno a los mismos, todo en una relación problemática, el investigador formula hipótesis que aclaren el problema y que explique los hechos, conjeturas a partir de las cuales realiza el trabajo derivando proposiciones cada vez más finas, siempre dentro de toda una cadena de argumentaciones y razonamientos sistemáticamente controlados tanto por reglas lógicas como por evidencias observacionales.
2. Gran parte de los fenómenos estudiados por la ciencia resultan ya conocidos por el investigador, por los trabajos descriptivos de otros investigadores. Más importante que la recolección de observaciones y datos observacionales es el planteamiento del modelo para alcanzar el objetivo mediante la argumentación y el razonamiento, mediante la formulación de teorías, modelos, que siempre serán hipotéticas y provisionales. La deducción, y no la inducción, es la clave del descubrimiento.
3. La evidencia empírica, no es la única garantía de la ciencia. También es posible estudiar procesos no observables (del tipo de la llamada “caja negra”), mediante la formulación de modelos que imiten el funcionamiento del proceso, aun cuando éste jamás pueda estar a la vista. La evidencia racional, aquella que se estructura en forma de argumentaciones y razonamientos, es un elemento primordial para el avance de la ciencia.
4. Las investigaciones son aportes pequeños y modestos que, en conjunto, van promoviendo aproximaciones cada vez más estrechas hacia la solución. El valor de cada trabajo individual depende de la medida en

que produzca alguna luz sobre el problema y en que contribuya al avance del programa de investigación es que está ubicado. En ese sentido, las conquistas y logros de la investigación serán siempre provisionales, hipotéticas, graduales y relativas a un programa ó agenda colectiva de trabajo.

5. La investigación no es especulación anárquica, aquella respecto a cuyo contenido nadie podría decir si es erróneo o inválido ni entender en concreto a que realidades se está haciendo referencia. Es teorización controlada por reglas lógicas, totalmente evaluable y criticable. La retórica, los discursos eminentemente estéticos y literarios, las intenciones de persuadir ideológicamente y de lograr comportamientos convenientes, todo ello queda excluido del trabajo investigativo. Aun cuando hay la convicción de que la ciencia ha de estar al servicio de la humanidad y se su bienestar, su trabajo se limita a proveer las bases para ello, en forma de explicaciones y aplicaciones exitosas.

Dentro de esta referencia, la investigación se entiende como un proceso de razonamiento (que resulta controlado por la lógica y la experiencia) en una fase previa a la transformación de la realidad y perfectamente delimitada a éste último proceso. Además, se considera que el valor del conocimiento radica en su poder generalizante y universal, mucho más que en la consideración de situaciones particulares. En consecuencia, se postula que es la vía deductiva, dentro el enfoque racionalista, la que apoya la validéz y logros teóricos alcanzados.

En tal sentido, ésta posición epistemológica intenta dar respuestas a incógnitas a través del método definido, lo que significa que es a partir de un problema que se constituye un cuerpo de hipótesis y que, por la vía de la deducción, se van contrastando en correspondencia con las teorías seleccionadas, para luego ir a los hechos conocidos por los investigadores como contrastación empírica.

2.3 Accidentes Laborales

2.3.1 Definiciones

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define como accidente de trabajo a: “Toda lesión corporal que el trabajador sufre con ocasión ó por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena”. (OMS, 2002)[67].

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), define como accidente de trabajo a: “Suceso repentino que sobreviene por causa ó con ocasión del trabajo que interrumpe un proceso normal de trabajo y que produce perdidas tales como lesiones personales, daños y pérdidas materiales, impacto al medio ambiente é imagen y con respecto al trabajador le puede ocasionar una lesión orgánica, perturbación funcional, invalidez ó la muerte”. (OPS, 2003)[65].

El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), considera como accidente de trabajo “Toda lesión orgánica ó perturbación funcional causada en el accidente de trabajo ó con ocasión de trabajo, por acción imprevista, fortuita u ocasional de una fuerza externa repentina y violenta que se manifiesta sobre la persona del trabajador ó debido al esfuerzo del mismo”. (MTPE, 2008)[110].

2.3.2 Teoría de la causalidad de accidentes laborales

Según Ferguson, (2008)[30], están definidos los accidentes, como sucesos imprevistos que producen lesiones, muertes, pérdidas de producción y daños en bienes y propiedades. Es muy difícil prevenirlos si no se comprenden sus causas. Se han realizado intentos de elaborar una teoría que permita predecir, pero ninguna de

ellas ha sido aceptada en forma unánime. Investigadores de diferentes campos de la ciencia y de la técnica han intentado desarrollar una teoría sobre las causas de accidentalidad laboral que ayuden a identificar, aislar y, en última instancia, eliminar los factores que causan o contribuyen a que ocurrieran accidentes, en esta parte se muestra un resumen sobre las causas de accidentalidad laboral.

Según Jorgensen, (2005)[47], los accidentes laborales, no surgen por casualidad, sino que son consecuencia de una serie de sucesos encadenados que concluyen en un accidente. Las causas que originan podemos clasificar en los siguientes:

2.3.2.1 Causas básicas

a. Factores personales

1. Ausencia de formación e información.
2. Tratar de ahorrar tiempo ó esfuerzo.
3. Falta de motivación.
4. Uso incorrecto de equipos y herramientas.

b. Factores de trabajo

1. Hábitos de trabajo incorrectos.
2. Mantenimiento inadecuado de las máquinas.
3. Uso inadecuado de equipos y herramientas.
4. Falta de señalización y capacitación.

2.3.2.2 Causas inmediatas

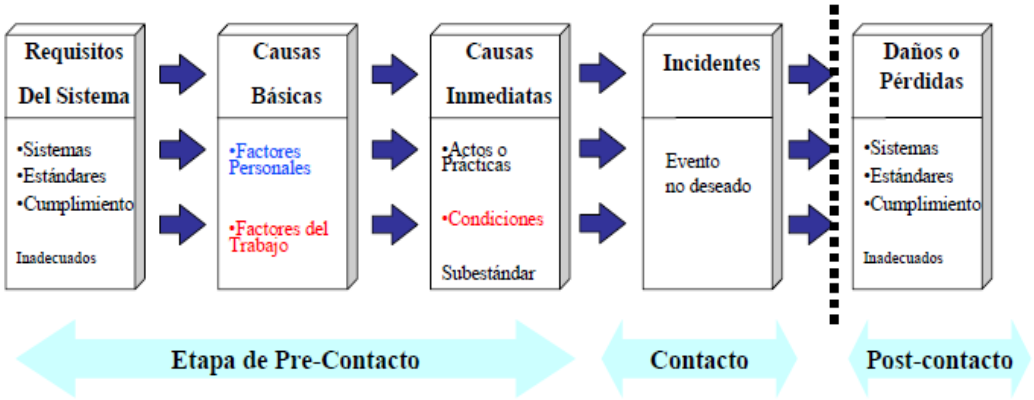
a. Actos inseguros

1. Realizar trabajos sin estar calificado.
2. Anular/Modificar los dispositivos de seguridad.
3. Utilizar herramientas en mal estado.
4. Desconocimiento de actividad laboral

b. Condiciones inseguras

1. Falta de protecciones y resguardos en máquinas.
2. Falta de señalizaciones en zonas peligrosas.
3. Falta de orden y limpieza en el trabajo.
4. Falta de condiciones óptimas de salud

Figura 17. **Modelo de causalidad de accidentes**.



Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (INSHT, 2013)[103].

2.4 Análisis de gestión de riesgos

Según Ferguson, (2008)[30], un trabajo bien realizado es el reflejo de un trabajo seguro; por lo tanto, realizar un trabajo bajo los criterios de calidad, consiste en desarrollar en adecuadas condiciones de seguridad y salud para el trabajador.

Trabajar sin seguro implica un riesgo para el trabajador, incluyendo potencialmente para las personas próximas a él. Los actos inseguros y los accidentes laborales conducen en una serie de costes adicionales innecesarios y no deseados, siendo un reflejo de organización deficiente para la empresa. (Ferguson, 2008)[30].

Para trabajar con criterios de calidad, es necesario considerar lo siguiente:

a. Evitar o reducir en lo posible los accidentes laborales, fijando como meta “cero accidentes”, mediante implementación de sistemas de prevención necesarios y el cumplimiento de las normas de Seguridad Industrial.
b. Integrar la prevención a todos los niveles de la empresa. Dichos niveles son eslabones de una cadena y todos están implicados a la hora de adoptar actitudes preventivas con el objetivo de conseguir la deseada seguridad integral.
c. La calidad total es un concepto incongruente con los accidentes; ya que éstos por el solo hecho de existir, provocan pérdidas importantes en forma de gastos directos derivados del accidente, pérdidas de tiempo de producción por consiguiente disminución de producción, entre otras consecuencias. Asimismo se optará por la seguridad como la herramienta más eficiente para conseguirla.
d. La seguridad industrial es el factor importante para poder desarrollar trabajos de calidad (producción, servicios, u otras actividades) y a su vez muestra la importancia que la prevención de riesgos laborales generando estabilidad de la empresa.

A continuación se analizan los factores, riesgos y medidas preventivas más representativas que generan el mayor índice de accidentes laborales:

2.4.1 Lugar de trabajo con orden y limpieza

Se define lugar de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas ó no, en las que los trabajadores deberán permanecer ó a los que puedan acceder por razones laborales. Se consideran las áreas destinadas para el descanso, los primeros auxilios, los servicios higiénicos y los comedores.

2.4.1.1 Riesgos

Los riesgos en el puesto de trabajo pueden ser múltiples, entre los más comunes podemos mencionar:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas al distinto nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Atropellos ó golpes por vehículos.

2.4.1.2 Acciones preventivas

- El área de trabajo debe mantenerse limpio y ordenado.
- Las vías de entradas y salidas, pasadizos, escaleras deberán permanecer libres de obstáculos, con optimas condiciones de iluminación, y a su vez exentos de fluidos (agua, aceite) en el piso, para que su utilización esté libre de riesgos en todo momento.
- Los desperdicios, residuos de grasas y sustancias peligrosas que puedan provocar accidentes ó contaminar el ambiente de trabajo. Se deben eliminar inmediatamente depositándolos en recipientes de material desechable.
- En el puesto de trabajo debe cumplirse: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.
- El orden y la limpieza, son tarea de todos y son absolutamente necesarios para prevenir los accidentes.
- Las herramientas de mano, matrices, molde, útiles, etc., deben mantenerse perfectamente ordenados en soportes, estanterías., etc.
- Las tablas con clavos y recortes de chapas, pueden provocar cortes y punzadas si se deja en el piso.

2.4.2 Máquinas y herramientas

Se define por máquina a todo conjunto de piezas u órganos unidos entre sí (de los cuales uno por lo menos es móvil), con órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc., asociados de forma solidaria para una determinada aplicación, en particular para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material.

2.4.2.1 Riesgos

- Atrapamientos por y entre objetos.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Proyección de partículas.

2.4.2.2 Acciones preventivas

- Toda máquina y herramienta deberá tener la marca de la certificación que homologue su adecuación a la normativa legal vigente.
- Las máquinas deberán tener mantenimiento preventivo y en forma periódica según indicaciones del fabricante.
- El trabajador deberá conocer el adecuado funcionamiento de las maquinas y herramientas que utilice en su jornada laboral, así como los mecanismos y sistemas de seguridad de que dispongan las mismas.
- Si los sistemas de seguridad no sean posibles, se denotara al trabajador de los equipos de protección individual, necesarios para cada fin.
- Si se proyectan esquirlas ó partículas, se instalaran pantallas como medio de protección colectiva ó en su defecto se deberá utilizar protección ocular y facial.
- Todos los órganos de transmisión (volantes, poleas, tambores, engranajes) deberán estar protegidos. Las carcasas de protección

deben estar bien colocadas y sujetas. No deben extraerse con la máquina en marcha.

- Bajo ningún concepto deben inutilizarse, modificarse y/o anularse los dispositivos de seguridad.
- Al sujetar piezas, cambiar herramientas, limpiar, reparar, etc., se deberá realizar siempre con la máquina en estado apagado y sin alimentación eléctrica.
- Los espacios adyacentes deben mantenerse limpios de restos de materiales y derrames de todo tipo de líquidos.
- La manipulación en el interior de la máquina debe hacerse con la máquina parada y con dispositivos que impidan su puesta en marcha.
- Los sistemas de seguridad deben probarse periódicamente para comprobar que funcionan adecuadamente. Su funcionamiento deberá paralizarse en caso de que pudiera implicar riesgos para el trabajador ó para terceras personas.
- Como prendas de protección individual deben utilizarse guantes, gafas, calzado de seguridad u otros en función al riesgo al que estemos expuestos en el puesto de trabajo.

2.4.3 Herramientas manuales

Son aquellos equipos de trabajo para cuyo funcionamiento se requiere únicamente del esfuerzo físico de las personas.

2.4.3.1 Riesgos

- Caída física de los equipos durante la manipulación.
- Golpes y cortes contra objetos y herramientas.
- Proyección de partículas.
- Lesiones musculo-esqueléticos.

2.4.3.2 Acciones preventivas

- Las herramientas a utilizar deben ser las apropiadas para cada tipo de tarea. Deben ser utilizadas para aquello que fueron diseñadas y construidas.
- Comprobar que los mangos y sujetadores estén ensamblados de forma efectiva.
- Ubicar las herramientas en su lugar correspondiente, con sus fundas y/o dispositivos de seguridad, manteniendo en todo momento el orden y la limpieza.
- Los mangos de los martillos deben presentar superficie limpia y perfectamente encajadas a la cabeza del mismo.
- No deben guardarse herramientas en los bolsillos ó en los cinturones porque pueden provocar accidentes.
- Para evitar golpes producidos por llaves fijas, deben adaptarse perfectamente a la cabeza de la tuerca ó perno y debe colocarse perpendicularmente al mismo.
- Siempre que sea posible, es más seguro utilizar llaves fijas que las ajustables y es más seguro tirar que empujar la llave.
- Los alicates y tenazas deben mantener un buen corte, limpio y afilado.
- En el caso particular de herramientas neumáticas; deben inspeccionarse periódicamente las mangueras y conexiones de aire comprimido.
- No usar aire comprimido para limpiar la ropa de trabajo ni aplicarlo sobre la piel.

2.4.4 Trabajos en altura, andamios y escaleras

Son definidos como actividades laborales utilizando estructuras pre-armadas debido que el trabajo a realizar se encuentran en niveles diversos niveles de altitud.

2.4.4.1 Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes, cortes y atrapamientos.

2.4.4.2 Acciones preventivas

- Los equipos de protección individual a utilizar estarán en función de los riesgos existentes en cada momento, como norma general se usara casco, botas de seguridad, guantes, gafas de seguridad.
- Cualquier defecto el material que se use deberá ser comunicado inmediatamente a su superior.
- Nunca se deberá circular sin pasarela de seguridad sobre tejados de material frágil.
- No debe lanzarse escombros ni material de derribo de forma libre y descontrolada. Utilizar sistemas canalizados para evacuar materiales de cualquier índole entre diferentes niveles.
- Si el andamio posee ruedas, deberán estar bien bloqueadas.
- No utilizar andamios y plataformas de trabajo sin barandillas de seguridad o zócalos protectores de caídas de material.
- Los andamios deben ser instalados por personal debidamente calificados.
- A las zanjas debe accederse y salir mediante escalera de mano.
- La subida y bajada en escalera de mano debe hacerse siempre de frente a ella y sin transportar cargas que dificulten el agarre a los largueros.
- No se permitirá el uso de la escalera a más de una persona al mismo tiempo.

2.4.5 Riesgos eléctricos

Es generado por el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano el mismo que puede producir una amplia gama de lesiones en función al tipo de contacto, la intensidad de corriente, el tiempo de exposición y el recorrido de la electricidad por el cuerpo del trabajador.

2.4.5.1 Riesgos

- Electrocución por contacto eléctrico.
- Incendio ó explosión.
- Posibilidad de caídas de altura o golpes con otros objetos.

2.4.5.2 Acciones preventivas

- No desconectar ni alterar los sistemas de protección.
- Antes de manipular equipos e instalaciones en tensión, siempre se desconecta la alimentación de la energía eléctrica.
- Los trabajos con energía eléctrica solo puede ser realizados por personal calificado.
- Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar cualquier tipo de contacto fortuito con las manos ó elementos conductores que se manipulen.
- Para los trabajos con alimentación eléctrica activa, se deberán utilizar siempre equipos de protección individual específicos para el tipo de trabajo, como guantes, calzado sin elementos metálicos, casco aislante, gafas, pantallas faciales, etc.
- Antes de usar equipos de protección individual, se deberá comprobar el buen estado de los mismos.
- Usar herramientas con paredes protectoras aislantes.
- No usar anillos, pulseras o relojes metálicos.

- En caso de incendio de un equipo eléctrico, por sobrecarga ó cortocircuito, NO DEBERA APAGAR NUNCA CON AGUA, debido al peligro de electrocución.
- No trabajar en instalaciones que no proporcionen seguridad.
- Evitar conexiones múltiples, empalmes defectuosos y materiales que no presenten buen estado.
- Prestar especial atención al aislamiento de cables y conexiones.
- No dejar conectadas a la energía eléctrica las herramientas que están en uso.
- No realizar trabajos con electricidad sobre superficies húmedas o conductoras.

2.4.6 Incendios

En un fenómeno físico-químico que manifiesta la reacción de elementos combustibles y para cuyo origen de requiere de tres elementos

a. Foco de ignición (cigarrillos, chispas, etc.)
b. Oxigeno (presente en el aire)
c. Combustible (papel, madera, gasolina, butano, etc.)

2.4.6.1 Riesgos

- Incendio.
- Explosión.
- Quemaduras.
- Asfixia.

2.4.6.2 Acciones preventivas

- No fumar en lugares con elementos inflamables.
- Verificar siempre que los cigarrillos u otros focos de ignición se han apagado completamente.

- No sobrecargar la instalación eléctrica conectando varios aparatos a un mismo tomacorriente.
- No depositar materiales combustibles cerca de focos de ignición (calefactores portátiles, hornos., etc.)
- Mantener siempre el orden y la limpieza en los centros de trabajo.

2.4.7 Ruidos

El ruido se comporta como un riesgo para los trabajadores ya que en los ambientes industriales suele ser elevado y a la vez molesto.

2.4.7.1 Riesgo

- Disminución parcial ó total de la capacidad auditiva.
- Pérdida total de la capacidad de audición.

2.4.7.2 Acciones preventivas

- Cuando se exceden los limites de ruido, 80 dB en un trabajo de 8 horas diarias, se debe reducir el tiempo de exposición y si no es posible, utilizar protección personal auditiva.
- La protección personal puede ser: cascos anti-ruidos, auriculares y tapones.
- Los dispositivos e protección deben estar certificados y deben ser adecuados al tipo de ruido existente.
- Los protectores auditivos son personales y deben mantenerse en correcto estado de conservación.

2.4.8 Ambiente térmico

Los ambientes de trabajo deben ser adecuados respecto a la temperatura, un exceso de temperatura (trabajos en hornos) así como defecto de temperaturas (trabajos en frigoríficos), pueden producir lesiones tanto por calor (deshidratación, golpe de calor, etc.,) como por frio (hipotermia, etc.).

2.4.8.1 Riesgos

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos con focos de calor o frio.

2.4.8.2 Acciones preventivas

- Disminuir el tiempo de exposición.
- Dosificar la exposición para establecer una aclimatación en el personal de nuevo ingreso.
- Realizar reconocimientos médicos especiales y periódicos a los trabajadores expuestos a condiciones extremas.
- Utilizar prendas de protección específicas para el calor ó frio y equipos contra la radiación.
- Establecer periodos de descanso en zonas de condiciones extremas.
- En caso de calor, ingerir agua fresca con frecuencia para reponer las perdidas por sudor.

2.4.9 Sustancias químicas

Son los elementos químicos y sus compuestos que pueden dañar directa ó indirectamente a personas, bienes ó medio ambiente. Estas sustancias pueden manipularse ó liberarse en forma de polvo, humos, gases ó vapores.

2.4.9.1 Riesgos

- Intoxicación, accidente y/o enfermedad derivada del trabajo por: Inhalación de sustancias químicas, contacto con sustancias químicas, Ingestión de sustancias químicas, Incendio ó explosión, sobreexposición al agente químicos.
- Envenenamiento por inhalación de gases venenosos.

2.4.9.2 Acciones preventivas

- Todos los productos químicos deberán llevar una etiqueta y una ficha de seguridad del producto y de sus componentes. Dichas etiquetas y ficha, deberán ser claras y legibles.
- Antes de manipular una sustancia química debe leerse la etiqueta del envase y/o ficha técnica de seguridad. Con el cual de conocerán los riesgos y medidas de protección a utilizar, cumpliendo las instrucciones.
- No mezclar sustancias sin conocer previamente las consecuencias.
- Evitar el vertido libre desde recipientes.
- Los productos inflamables deben mantenerse alejados de cualquier foco de ignición (llamas, chispas)
- Los productos químicos deben mantenerse en sus envases originales y siempre etiquetados para poder manipularlos.
- Deben tener conocimiento el lugar donde se hallan ubicados los medios e protección colectivos (extintores, duchas y lavaojos). En casos e incendios debe darse la alarma inmediatamente.
- En los puestos de trabajo donde se generan contaminantes deben mantenerse en marcha los sistemas e extracción ó la utilización de prendas de protección personal.
- Según las características de los productos manipulados las protecciones personales a utilizar pueden ser: máscaras respiratorias, gafas, pantallas faciales, cascos, delantales, guantes, botas de seguridad, etc.

2.5 Gestión de Seguridad Industrial

2.5.1 Definición y evolución de la Seguridad Industrial

Según Caruana, (2001)[20], la seguridad industrial es definido por el conjunto de técnicas que tienen por objeto la prevención de accidentes laborales, los que están representados por hechos súbitos y violentos, ocurridos mientras labora el trabajador. En estos casos, es deber de la empresa, salvaguardar la integridad y la vida de los trabajadores. (Caruana, 2001)[20].

Según la afirmación de Runge (2000)[74], el concepto de seguridad industrial no es un concepto fijo, sino por el contrario, ha sido objeto de diversas definiciones que, con el tiempo y el progreso industrial, han ido revolucionando de la misma forma que se han producido cambios en las condiciones y circunstancias en que el trabajo se desarrolla. En este sentido, los progresos tecnológicos, las condiciones sociales, políticas económicas, etc., al influir de forma considerable en su concepción han definido el objetivo de la seguridad industrial en cada país y en cada época de su evolución. (Runge, 2000)[74].

Por mucho tiempo, el único objetivo de la protección de los trabajadores en caso de accidente ó enfermedad profesional, consistió en la reparación del daño causado y de aquí se inicia precisamente, la relación histórica con otra disciplina con espíritu prospectivo, la Medicina del Trabajo, en la que la seguridad tuvo su origen, al señalar aquella, la necesidad de ésta como ideal de prevención primaria de los accidentes de trabajo.

Posteriormente, sin olvidar la reparación del daño, se evoluciono de la Medicina de Trabajo al concepto de seguridad, es decir, a

ocuparse de evitar el siniestro con lo cual se desarrolla el análisis de riesgos; lo que actualmente se ha perfeccionado con la prevención del riesgo laboral. No se trata por consiguiente solo de evitar el siniestro y reparar sus consecuencias en lo posible, sino de evitar ó de reducir al mínimo posible, las causas que generen los accidentes.

Desde los antecedentes prehistóricos remotos acerca de la concepción de la Seguridad Industrial, existen antecedentes más recientes que confirman como, desde la aparición del hombre y su relación con el trabajo, aquel ha sentido la necesidad de defender su salud amenazada por el riesgo de las actividades que realizaban.

Es accesible la información de citas bibliográficas, como lo menciona Valdez, (1995) que hacen referencia a esta temática. Los efectos producidos por el plomo, azufre y zinc en los “trabajadores de las canteras” y la protección de los trabajadores contra el ambiente, ya fueron citados por el griego Hipócrates de Cos y Plinio el Viejo, en los siglos II A.C. y I A.C. respectivamente. Estas primeras citas históricas haciendo referencia expresa a enfermedades profesionales y a sus técnicas de prevención, la Higiene del trabajo, como disciplina técnica y la Medicina del Trabajo, como disciplina médica marcaron en cierto sentido el inicio de una nueva disciplina, que con el tiempo habría de pasar por múltiples acepciones hasta llegar a nuestros días.

En este breve recorrido histórico, pasamos al siglo XVI donde existen información bibliográfica de Giorgius Agrícola y Filippupus Paracelsus que describen en sus obras, enfermedades profesionales y sistemas de protección, luego en el siglo XVIII Bernardino Ramazzini (Italia) publicó su tratado “De Morbis Artificum Diatriba” sobre enfermedades de los artesanos de un elevado número de

profesiones de la época y sus condiciones laborales recomendables (ventilación, temperatura, prendas de protección, etc.) que le permitió asignarle el título de “Padre de la Medicina del Trabajo”.

Aun con estas citas bibliográficas, el verdadero concepto de Seguridad Industrial, puede afirmarse su nacimiento con la Revolución Industrial iniciado en 1744 en Inglaterra con la invención de Jaime Watt de la “Máquina de vapor” que dio origen a la actividad industrial en el mundo y su acelerado progreso desarrollándose grandes industrias y fábricas; con el cual se incrementó también considerablemente el número de accidentes, sin que progrese en igual medida las técnicas para evitarlos. (Lowes, 2001)[53].

La situación debió ser tan caótica en aquella época, requiriendo gran demanda de mano de obra por la aparición de notables inventos, como la lanzadera volante, las hiladoras, el telar, etc., en la industria textil por citar un ejemplo que, si bien vino a satisfacer la infancia menesterosa, según el escritor Howen en 1795, estos niños trabajaban, ignorados, desamparados y olvidados, en condiciones insalubres, 14 ó 15 horas diarias y según Engels en 1844, al describir la situación de la ciudad de Manchester donde las máquinas aumentaban sin cesar su potencia y velocidad, generando cada vez mayores riesgos de accidentes laborales.

En ésta época de euforia de la revolución industrial, el trabajador era considerado como el único culpable del accidente, recayendo la responsabilidad en el patrono solo cuando existía negligencia absoluta y comprobada.

En el siglo XIX comenzaron a tomarse medidas eficaces como el establecimiento de inspecciones de fábricas, que comenzó en

Inglaterra con la “Ley de Fábricas” y se extendió a otros países y el nacimiento de asociaciones de diferentes países con la finalidad de prevenir los accidentes laborales que ya se acrecentaba en aquellas épocas.

Sin embargo no es, hasta principios del siglo XX, cuando el concepto de Seguridad Industrial comienza a conseguir importancia, especialmente motivado por la creación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en 1918, con su servicio de Seguridad y Prevención de Accidentes, en 1921 y la gran aportación generando la denominada Escuela Americana de Seguridad del Trabajo con sus grandes representantes Heinrich, Simonds, Grimaldi, Bird; autores de toda una filosofía de la seguridad que ha constituido la base de la actual concepción de la seguridad industrial.

2.5.2 Legislación en seguridad industrial en el Perú

El Perú tiene una tradición milenaria en la que el trabajo era considerado como un deber social. Durante la conquista por los españoles, el sistema productivo se modifico. Desde la Colonia hasta la etapa Republicana se cimienta la coexistencia del modo de producción variado que influye en el paso del Perú al proceso productivo industrial.

En 1824 se suprime el trabajo forzado de los indios en las minas y en 1900 se promulga el primer Código de Minería.

En 1911 se promulgó la Ley N° 1378, primera ley sobre accidentes de Trabajo, promovido como norma pionera en la región y avanzado para su época, introduce la teoría de responsabilidad por riesgo; que afirma: quien crea un puesto de trabajo está creando un riesgo, no

siendo demostrar la culpa del empresario pues, éste responde al riesgo existente en el trabajo por el creado. Los empresarios para cubrirse de esta responsabilidad aseguraban a sus trabajadores contratando pólizas con seguros privados, ésta duro 60 años.

En 1936 se crea el Seguro Social Obrero, en el que se establece cobertura por enfermedad, maternidad, invalidez, vejez y muerte, no considerando los accidentes y enfermedades ocupacionales.

El 5 de Agosto de 1940 por decreto Supremo se crea el departamento de Higiene Industrial dentro el Ministerio de Salud Pública y Previsión Social. Por Ley 10833 de 1947 se crean los fondos, para el Departamento de Higiene Industrial, con el aporte del 1,8 % de la planilla de salarios de los trabajadores mineros, posteriormente Instituto de Salud Ocupacional.

En 1957 el Departamento de Higiene Industrial se transforma en Instituto de Salud Ocupacional (ISO), durante este periodo se realizaron diversos estudios de investigación. Dicho Instituto fue el centro de capacitación Profesional Especializado a nivel latinoamericano. El ISO en 1985 se eleva a la categoría de Instituto Nacional de Salud Ocupacional (INSO).

El 22 de Mayo de 1964, mediante D.S. N°42F, siendo Presidente de la República Fernando Belaunde Terry, se decretó el Reglamento de Seguridad Industrial en el Perú, elaborado por la Comisión especialmente creada para el efecto, el mismo que consta de 187 páginas, 13 Títulos y 1,327 artículos; por el Ministerio de Fomento y Obras Publicas y el Director de Industrias y Electricidad.

De 1990 a 1994 el INSO sufrió cambios, integrándose a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), en esta década el campo de la salud ocupacional fue minimizado por la corriente ambientalista. En Abril de 2001 mediante R.M. N° 223-2001-SA/DM, la Dirección Ejecutiva de Salud Ocupacional se incorpora en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) de la DIGESA.

El 03 de Julio de 2001 el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional (INSO), pasa a ser un órgano descentralizado de la estructura orgánica del Ministerio de salud, denominándose Instituto de Salud Ocupacional “Alberto Hurtado Abadía”.

El 23 de Julio de 2001, el Presidente Constitucional de la República Valentín Paniagua Curazao, mediante D.S. N°046-2001-EM aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, el mismo que consta de 3 títulos, 6 capítulos, 50 subcapítulos, 356 artículos y 2 disposiciones complementarias y 14 anexos, que forman parte integrante del Decreto Supremo.

Mediante la promulgación de la Ley Ministerio de Salud, Ley N° 27657 publicada en Enero del 2002, se crea en Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la salud (CENSOPAS), como integrante del Instituto Nacional de Salud (INS), órgano descentralizado del MINSA.

En noviembre de 2002 según D.S. N° 014-2002-SA Reglamentó la Organización y Funciones del MINSA, la Dirección Ejecutiva de Salud Ocupacional (DESO) se ubica en la estructura orgánica de DIGESA.

El 23 de Mayo de 2003, se les asigna funciones de salud ocupacional a las Direcciones de Salud y Direcciones de Redes de Salud según R.M. N° 573-2003-SA/DM, Reglamento de Organización y Funciones, habiéndose constituido en 2004 las Unidades de Salud Ocupacional como componente organizacional de las Direcciones Ejecutivas de Salud, las mismas que vienen realizando acciones de vigilancia de salud ocupacional en las regiones del Perú.

El 22 de Agosto de 2010 según el D.S. N°055-2010-EM Alan García Pérez aprueba el reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.

Con la finalidad de mejorar la legislación peruana se adecua a las normas internacionales sobre seguridad industrial, con la aprobación y publicación del nuevo Reglamento de la Ley N°29783, que permite consolidar una cultura de prevención de riesgos laborales con la participación de empleadores, trabajadores y el estado.

El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) en el año 2012, aprobó el Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo mediante el D.S. N°005-2012-TR, a fin de consolidar una cultura de prevención de riesgos laborales en el país sobre la base de la observancia del deber de prevención de los empleadores, el rol de la fiscalización y control del estado y la participación de trabajadores.

2.6 Antecedentes de la investigación

Una investigación del modelamiento electrónico, orientado a la supervisión y seguridad industrial aplicado a las empresas en el Perú, aun no se ha realizado en nuestro medio, sin embargo existen otros estudios cuyos tratados son generalmente de desarrollo de políticas de gestión en

seguridad industrial e intentan desarrollar recomendaciones en seguridad industrial como estudios descriptivos, los cuales se citan a continuación.

1. ***UNIVERSIDAD DE POLITECNICA DE CARTAGENA (2010). "Estudio del grado de aplicación de la seguridad integral en las empresas de la región de Murcia". (Cartagena-España)***

   El proyecto se enmarca en el Programa de Doctorado "Logística y Tecnologías para los sistemas de Defensa", de la Universidad Politécnica de Cartagena. El proyecto se realizo con el objetivo de hacer un estudio de carácter documental y teórico para aplicar el concepto actual de seguridad integral al ámbito empresarial y establecer los parámetros teórico-prácticos aplicables posteriormente a cualquier tipo de organización ó empresa, de forma que se pudieran valorar las medidas a adoptar para mejorar el grado de conocimientos de los riesgos que le afecten y evitar que se produzcan daños a sus bienes ó en caso de producirse, sean los mínimos posibles y en segundo lugar se planteo una línea de investigación para ser desarrolladla posteriormente como tema para futuras investigaciones, con la finalidad de estudiar la situación actual del tejido empresarial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en relación al grado de aplicación, por dichas empresas, del concepto actual y globalizador de seguridad integral tanto en su organización como en su funcionamiento.

   El objetivo principal del proyecto es, por tanto analizar la situación actual de las empresas de la Región de Murcia en relación con la aplicación del concepto de seguridad integral, para obtener conclusiones sobre:

   -

- Que hacen, respecto a cada una de las áreas fundamentales de riesgo, y
- Como lo hacen, respecto a su funcionamiento habitual y a su organización y gestión de la seguridad.

De modo que tanto las empresas como las organizaciones empresariales y sociales dispongan de una herramienta valida y fiable que les permita conocer los riesgos que les afectan, las medidas a adoptar en el tratamiento de esos riesgos y por ultimo tomar las decisiones adecuadas para reducirlos.

2. ***CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO-DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECATRONICA (2010). Supervisión electrónica de columnas de destilación basada en modelos.***

Esta tesis presenta el diseño e implementación, en línea, de un sistema de supervisión electrónica que integra diversos sistemas de monitoreo, detección de fallas y ayuda al operador para una columna de destilación. Este sistema de supervisión tiene la finalidad de incrementar los niveles de seguridad, confiabilidad y operación continua en dicho proceso, haciendo más segura y fácil la labor de sus operadores.

En este trabajo, la supervisión se basa en un sistema de detección y localización de fallas (*FDI*), empleado para detectar fallas aditivas en los sensores de temperatura ubicados en la columna de destilación. El sistema FDI emplea un esquema de banco de observadores dedicado (*DOS*), el cual tiene como base observadores no lineales que estiman las concentraciones y las temperaturas en los platos de la columna.

Por lo anterior, el sistema desarrollado proporciona, además, información al usuario acerca de las variables mencionadas para cada uno de los platos; la fiabilidad de esta información permite emplearla en tareas de control si así se requiere.

El observador no lineal empleado es un observador de alta ganancia de ganancia constante, lo que facilita su implementación en línea sin reducir la confiabilidad de sus resultados. De este observador se desarrollan dos versiones, continua y continua-discreta. Esta última permite reducir el trabajo y tiempo computacional utilizado en su implementación, siendo por tanto conveniente para su aplicación en línea.

Cada una de las partes de este trabajo fue convenientemente validada obteniendo resultados que permiten integrarlas en el sistema de supervisión objetivo, el cual, al ser validado en línea, proporciona información confiable y adecuada para favorecer la correcta operación continua de la columna de destilación y la seguridad de sus operadores.

3. ***UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA. ESCUELA SUPERIOR DE INFORMATICA. (2008). Vigilancia inteligente: Modelado de entornos reales e interpretación de conductas para la seguridad.***

Durante muchos años, los sistemas de seguridad de primera generación, los cuales permitían la monitorización de los puntos más vulnerables y estratégicos de un determinado entorno, han sido implantados en multitud de lugares y han ayudado a la detección de posibles situaciones de accidentalidad en las empresas. El aspecto vulnerable de estos sistemas es la dependencia absoluta de la actividad humana. Factores implícitos al hombre, como la fatiga

acumulada tras varias horas de trabajo o la dificultad de observar varios monitores al mismo tiempo, reducen considerablemente la probabilidad de detectar todas las situaciones anómalas.

En los últimos quince años, la evolución constante de la tecnología, así como el abaratamiento del hardware, han impulsado el interés de numerosos autores por realizar propuestas de nuevos sistemas de seguridad más evolucionados, los cuales pueden trabajar de forma semiautomática y tienen capacidad para tomar decisiones por sí mismos.

El tema de investigación principal del proyecto se centra en cómo representar el conocimiento de un dominio y cómo detectar las posibles anomalías mediante el análisis de los datos proporcionados por el nivel de sensorización. Con conocimiento de un dominio nos referimos a los elementos que pueden participar en un entorno del mundo real y las posibles relaciones que pueden existir entre ellos. En el presente trabajo se realiza un estudio del estado del arte sobre los sistemas de vigilancia, principalmente en los campos de Visión Cognitiva e Inteligencia Artificial. Además, como aportación se propone un nuevo modelo para representar formalmente la normalidad de un entorno vigilado, que servirá para establecer las bases de posibles líneas de trabajo futuro.

4. ***UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO-FACULTAD DE INGENIERIA (2009). Implementación de sistemas electromagnéticos y electrónicos para la operación y seguridad industrial en una empresa metal-mecánica.***

En el proyecto considera que la industria significa desarrollo para un país, por lo que es importante mejorar la seguridad industrial el cual

permite incrementar la productividad, con mejores productos y servicios a bajo costo.

En medio de la globalización acelerada, la empresa debe desarrollar su política de estabilidad laboral, para obtener mejor producción, porque siempre existe el riesgo de accidentes, y los accidentes producen pérdidas humanas, materiales. La empresa debe tratar de evitar, que no se produzcan los accidentes.

Actualmente con la tecnología que se ha desarrollado, existen muchos dispositivos electromagnéticos ó electrónicos de bajo costo, en muchas maquinas para mejorar la producción y para la seguridad de vidas humanas y/o de bienes materiales de la planta.

En el proyecto se describen los dispositivos que existen actualmente y de cómo implementarlos en la industria, porque en ellas existen muchas maquinarias y es indispensable la seguridad del operador. Para lo cual se realiza la investigación de los tipos de accidentes que ocurren con mayor frecuencia para orientar el diseño electrónico en los factores de riesgo de mayor incidencia.

5. ***UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA. (2009). Diseño de un relé neuronal de protección para líneas aéreas de AT con procesado de señal mediante la transformada wavelet.***

El proyecto considera el avance de las tecnologías de los microprocesadores y ordenadores, permitiendo sustituir las protecciones electromecánicas y análogas clásicas por protecciones digitales, sin embrago los algoritmos empleados en estas ultimas tienen serias dificultades cuando las señales de los transductores de

las corrientes y tensiones están afectados por la saturación de los mismos o por defectos de ferro-resonancia respectivamente.

Por otro lado, en los últimos años se han realizado un avance en la aplicación de la inteligencia artificial y en especial en redes neuronales a los sistemas de energía eléctrica; estas resultaban especialmente útiles en la predicción del flujo de carga y en los patrones de faltas. El termino clasificación de patrones engloba un amplio marco de problemas de procesado de información de gran importancia practica. Con frecuencia estos problemas se resuelven mediante técnicas estadísticas, desarrollando un algoritmo capaz de clasificar correctamente un patrón no visto anteriormente. Una aproximación al reconocimiento estadístico de patrones se realiza mediante el teorema de Bayes, que expresa la probabilidad de que un patrón pertenezca a una determinada clase, expresando esta probabilidad a posterior en función de medidas realizadas previamente. En función de las características observadas se divide el espacio en regiones de decisión separadas por fronteras de decisión o clasificación. Análogamente las salidas de una red neuronal se puede interpretar como las probabilidades obtenidas a partir de la función de error, y la red neuronal aproxima las fronteras del clasificador Bayesiano óptimo.
Ante estos hechos, y la gran ventaja que supone el modo de trabajo en paralelo de las redes neuronales es propuesto como objetivo, el estudio de la aplicación de las mismas en sistemas de protección de líneas eléctricas con la finalidad de resolver los problemas indicados.

a. ***Prevencia (2011). V Edición del Congreso de Prevención de Riesgos Laborales en Iberoamérica PREVENCIA 2011. Cartagena de Indias, 29 de Junio al 01 de Julio de 2011, "Proyecto de Investigación y desarrollo Para la Mejora de la Prevención y Protección de los Riesgos Laborales".***

El desarrollo de esta investigación se encuentra sustentado en un objetivo fundamental que es brindar las bases para asumir la prevención laboral como valor estratégico de competitividad empresarial, para posteriormente proponer un programa básico factible, de actuación en materia de prevención laboral.

En el marco de la implementación de la Estrategia Iberoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo (EISST), que tiene dentro de sus objetivos avanzar en las políticas preventivas, sensibilizar a la sociedad en general y hacerla más partícipe, más comprometida y menos tolerante a la siniestralidad laboral, nos planteamos contribuir a abonar los caminos para alcanzar la impostergable meta de reducir la accidentalidad y fomentar la cultura de prevención laboral como valor estratégico de competitividad empresarial dentro de la sociedad y del actual mundo globalizado.

Los cambios que precisen sufrir las organizaciones para hacer frente a los retos planteados, no deben considerarse como privilegios, sino como los mecanismos que le permitirán la adquisición de conocimientos y destrezas al trabajador para reducir los problemas que afectan el desarrollo de su vida diaria y su productividad laboral. El reto para las instituciones es identificar las posibles y necesarias modificaciones que contribuyan a mantener el rendimiento y la satisfacción del trabajador mejorando su calidad de vida y, por ende, permitiéndole a la empresa continuar y mantenerse competitiva en la economía globalizada y compleja en la que se encuentra inserta.

Para lograr esos objetivos se hace necesario concebir la prevención como política integral dentro de los objetivos empresariales. Este proyecto pretende desarrollar un programa que instruya y persuada al empresario, al trabajador y a la sociedad en general, sobre el valor

estratégico de la prevención laboral para la competitividad de la empresa en un mundo globalizado. Con la adopción de comportamientos preventivos en el ámbito del trabajo desde una perspectiva educativa y de concienciación social.

2.7 Técnicas aplicadas en seguridad industrial

Según Sahlin, (2001)[78], la ciencia de la prevención de accidentes laborales, surgió durante la primera guerra mundial, centrándose en la seguridad humana y en el control de diversas “energías” dañinas en el lugar de trabajo. A finales de la década de 1970 la atención se concentró en la interacción sistemática de las personas, las máquinas y el entorno de trabajo. Este llamado “enfoque de sistemas” adelanto en gran medida la comprensión de una previsión eficaz. (Sahlin, 2001)[78].

Algunos accidentes importantes han demostrado que no es suficiente con el análisis de una persona ó máquina aislada del resto de la comunidad laboral y de otros elementos del ambiente son los factores organizativos y culturales.(Watson, 2004)[92].

Incluso, si una persona ó una máquina tienen características que las hacen más vulnerables a los accidentes, existe una variedad de factores que determinan la probabilidad de un accidente. Las personas no pueden hacer frente a determinadas condiciones, especialmente las imprevistas. Por definición, los accidentes son imprevistos y la mayoría de las personas tienen dificultad para manejar situaciones imprevistas.

Otro factor importante es que las personas se comportan de forma diferente en distintos escenarios. Uno de los factores que contribuye a ello es la cultura de una organización, más concretamente su cultura en materia de seguridad laboral.

Según Saman, (2000)[77], los miembros de una organización se rigen por un conjunto relativamente similar de valores. Esto se debe a que las organizaciones tienden a seleccionar personal que piensan de modos similares. También suele ocurrir a un desarrollo relativamente consciente. Una buena cultura de seguridad es un entorno de trabajo donde todos los miembros de la organización comparten una elevada ética en materia de seguridad. Otro aspecto es la mala cultura de seguridad, donde está enmarcado en pensamiento fatalista ó de “la producción es lo primero” llevan a una actitud negligente frente a los riesgos. El compromiso de la dirección es esencial para fomentar una cultura de seguridad. (Saman, 2000)[77].

Si bien se han realizado importantes progresos en la prevención de accidentes, nuestro pensamiento debe evolucionar para cumplir las exigencias de las nuevas prácticas laborales y los nuevos escenarios.

Para Caruana, (2001)[20], están surgiendo tres nuevas perspectivas que podrían emplearse:

a) **Visión para reducir los accidentes a cero**. Cuyo objetivo directo no consiste en eliminar todos los accidentes, sino en hacer que las personas piensen que todos los accidentes son evitables. Las personas toleran riesgos y accidentes con demasiada frecuencia, puesto que creen que no puede evitarse o bien que un número determinado es inevitable.

b) **Integración de las medidas de seguridad en segmentos de tiempo y en comunidades**. Normalmente, los esfuerzos en adoptar en materia de seguridad por parte de la empresa se organizan por separado. Resultaría eficaz adoptar un enfoque más integrado de la

gestión de la seguridad, además se tendría un mejor uso de la información compartida.

c) **Aplicación de la tecnologías de automatización de sistemas:** El desarrollo alcanzado por la ciencia en el campo de la tecnología electrónica, iniciados en la primera década del siglo XX, cuyas aplicaciones en los diversos campos del saber humano desde sus inicios hasta la actualidad han generado notables ventajas, especialmente en el campo industrial, mejorando los procesos de producción con la automatización, cuyas ventajas son la eficiencia cada vez más elevada con los costos cada vez más bajos, asimismo permitiendo alternativas de soluciones en diversas aplicaciones en las que oriente.

Para Rigby, (2005)[72], la seguridad industrial se ocupa en analizar los riesgos de accidentes, detectando sus causas principales y así estudiar la forma más adecuada para eliminar; de no ser posible su minimización. Por lo que es necesario detectar y corregir los diversos factores que intervienen en los riesgos de los accidentes laborales y controlar sus consecuencias, la seguridad industrial recurre a diversos métodos, sistemas ó formas de actuación definidas como técnicas de seguridad.

Existen diversos modos de actuación, lo cual genera diferentes técnicas conocidas, dependiendo de la etapa o fase del accidente en que se actúe, como por ejemplo análisis del riesgo (identificación y estimación del riesgo), valoración del riesgo y control de riesgo.

El análisis de los riesgos en toda su extensión, desde el origen hasta los efectos finales, es sin duda la herramienta crucial de la metodología del diseño del sistema de supervisión y seguridad industrial.

Las técnicas de seguridad se definen como “los métodos, sistemas ó formas de actuación definidas, para corregir los diferentes factores que intervienen en los riesgos de accidentes de trabajo y controlar sus consecuencias” En el proceso de evitar los accidentes de trabajo es posible actuar de diferentes formas, dando lugar a las diferentes técnicas, dependiendo de la fase del accidente en que se actúe, esto es el análisis del riesgo, donde se realiza la identificación de los peligros y la estimación del riesgo, seguidamente la valoración del riesgo y el control del riesgo. (Rigby, 2005)[72].

De manera general, las técnicas de seguridad se dividen en dos aspectos principales, éstas son las técnicas analíticas y las técnicas operativas; en esta última se subdividen en las técnicas de prevención, que actúan sobre los peligros con el fin de suprimirlos y evitar sus consecuencias perjudiciales y por último las técnicas de protección, que actúan sobre las consecuencias perjudiciales que un peligro puede producir sobre el trabajador ó su entorno, provocando daños. Todas ellas con la finalidad de suprimir el peligro, reducir el riesgo y proteger al operario ó la máquina para que de ese modo se pueda evitar el accidente ó las posibles consecuencias del mismo, a éste se denomina control de riesgo.
En modo complementario se puede describir una clasificación más detallada de las diferentes técnicas de seguridad industrial:

a) Por su alcance

- Técnicas generales: son de carácter universal, válido para ser aplicadas en cualquier tipo de riesgo.
- Técnicas específicas: son de aplicación específica y limitadas a riesgos concretos.

b) Por su forma de actuación

- Técnicas de prevención: su objetivo es de evitar el accidente.

- Técnicas de protección: su objetivo es evitar la lesión.

c) Por su lugar de aplicación

- Técnicas de concepción: de aplicación en la fase de proyecto, diseño de equipos y métodos de trabajo.
- Técnicas de corrección: de aplicación en las condiciones de trabajo peligrosos.

d) Por su objetivo

- Técnicas analíticas: su objetivo esta centralizado en el análisis y valoración de los riesgos.
- Técnicas operativas: evitan los accidentes mediante la aplicación de técnicas preventivas de protección, eliminando las causas de los mismos o reduciendo los efectos.

e) Por sus causas

- Técnicas que actúan sobre el factor técnico (condiciones inseguras).
- Técnicas que actúan sobre el factor humano (actos inseguros).

En síntesis las técnicas de seguridad industrial se puede clasificar en:

1. Técnicas activas: tienen como objetivo comprobar el cumplimiento de las actividades preventivas establecidas.
2. Técnicas reactivas: tienen como objetivo investigar, analizar y registrar los fallos en el sistema de gestión.

2.8 Modelos de accidentalidad industrial

Según Yeves, (2010)[94], se denomina modelo al resultado del proceso de generar una representación abstracta, conceptual, grafica o visual, física, matemática, de fenómenos, sistemas o procesos. Se considera que la

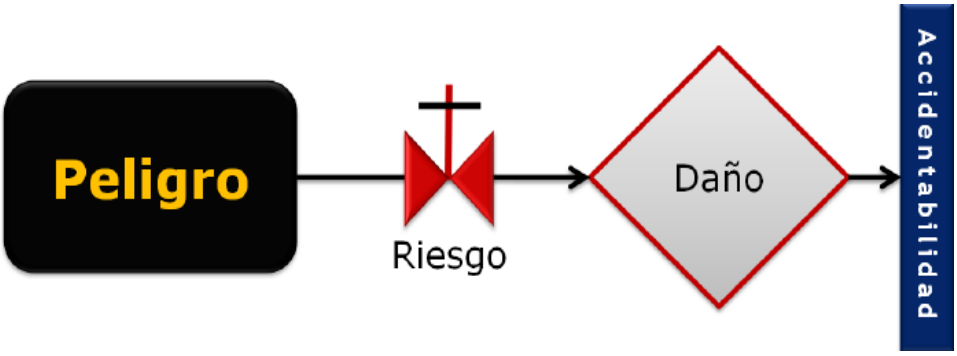
creación de un modelo es una parte esencial de toda actividad científica. (Yeves, 2010)[94].

Para comprender que son los modelos, se tiene que relacionar a los conceptos de peligro, factores de riesgo y accidente, de modo que nos sirva de base para poder responder a las expectativas del objetivo. Se puede plantear al accidente como resultado o producto de un peligro, a su vez en un entorno de factores de riesgo que facilitan, permiten o habilitan el suceso final: el accidente, y a su vez, estos factores de riesgos comunicados entre sí, interfiriéndose y modificándose mutuamente.
Con la aplicación de los modelos se intenta establecer las relaciones que guardan entre si los distintos factores de riesgo y cuáles pueden ser más relevantes que otros, según el modelo.

2.8.1 Modelo básico sin control

El riesgo o peligro es estático, por lo que no se puede modificar, una vez que se adopta al proceso productivo, “es lo que es” y no se puede “tocar”. La única opción para controlar el daño que este peligro genere es mediante el riesgo, indicado por una “válvula” del modelo.

Figura 18. **Modelo básico de accidente sin control**

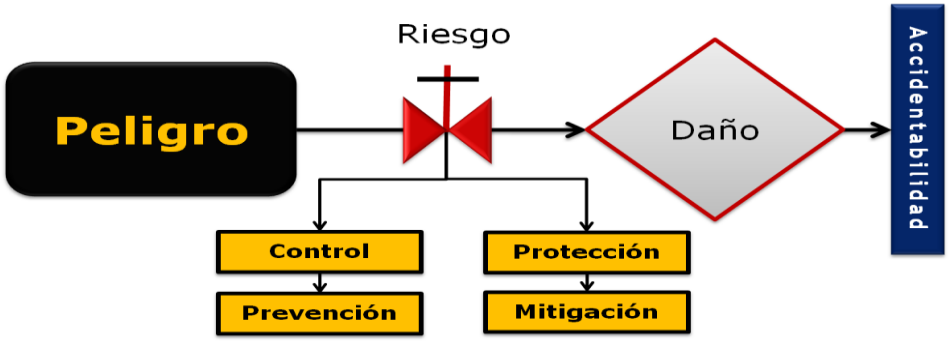


Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.2 Modelo básico controlable

En el modelo de la Figura 19, el control de peligro se realiza mediante la válvula, abriendo o cerrando regulando la cantidad del efecto (daño) que se desea aceptar.

Figura 19. **Modelo básico de accidente bajo control.**

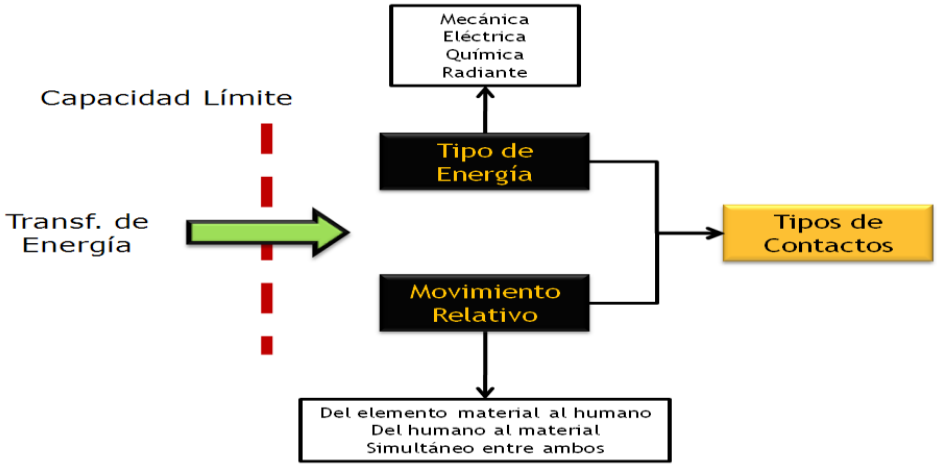


Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.3 Modelo del accidente

Todo accidente se origina como un incidente, el daño o perdida es el último evento de una cadena de sucesos. El incidente se transforma en accidente cuando la energía empleada en las distintas etapas que llevan al progreso de los hechos, superan lo que el objetivo del daño puede soportar.

Figura 20. **Modelo de accidente.**



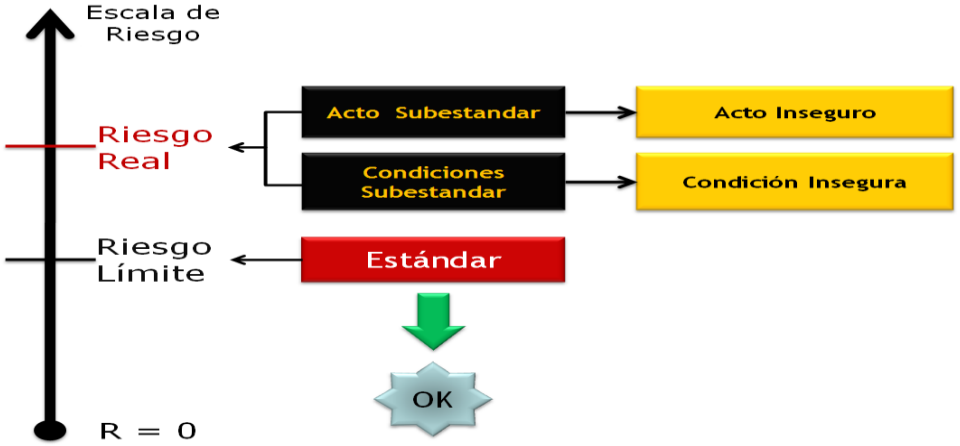
Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.4 Modelo de Causas Inmediatas de Accidentes

Son circunstancias que preceden inmediatamente al contacto. Existen dos tipos de causas inmediatas: Los “actos subestandar” y “condiciones subestandar”, los que son denominados “actos inseguros” y “condiciones inseguras”.

Los “actos subestandar” son los actos o practicas realizadas por los trabajadores debajo del estándar de la empresa y las “condiciones subestandar” son las condiciones del ambiente de trabajo debajo del estándar de la empresa.

Figura 21. **Causas inmediatas de accidentes.**



Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.5 Modelo de falta de control

El control es una de las cuatro funciones esenciales de la seguridad; existen tres razones comunes para la falta de control:

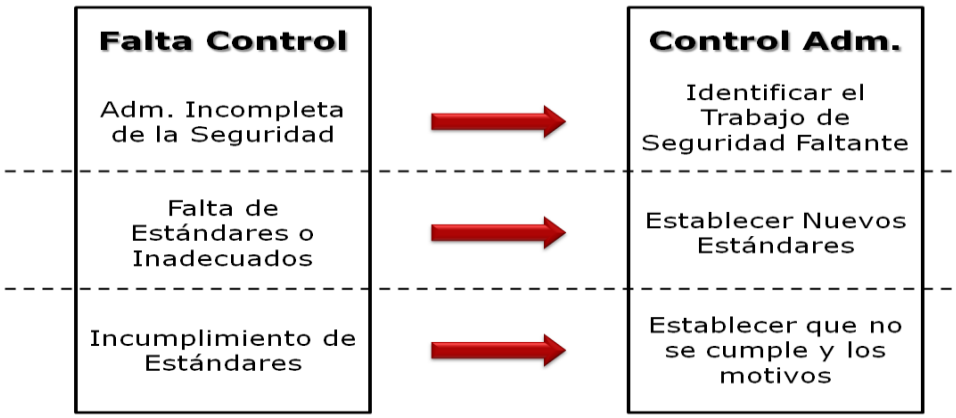
a) Administración incompleta de la seguridad.

b) Falta de estándares o inadecuados.

c) Incumplimiento de los estándares

La figura siguiente muestra la correlación entre la etapa falta de control en el modelo de causalidad y los pasos para lograr el control.

Figura 22. **Modelo de falta de control.**

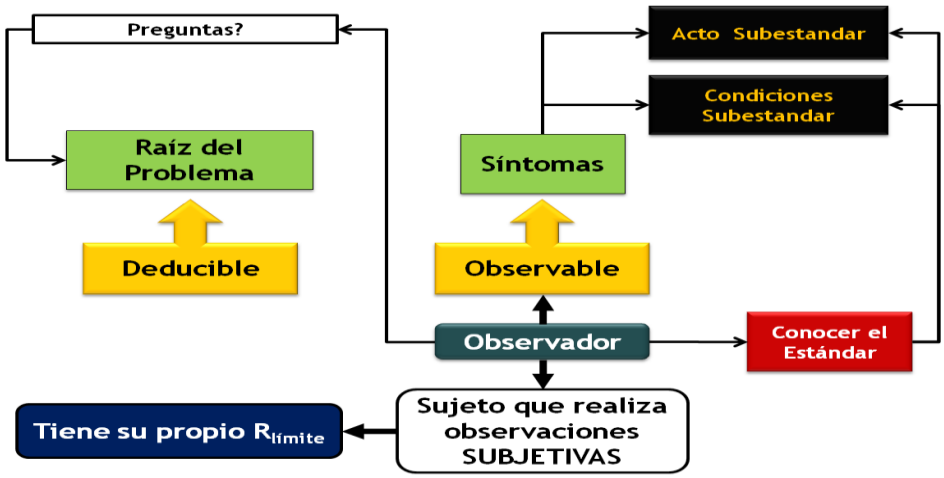


Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.6 Modelo del estado síntomas vs causas

Los actos y condiciones subestándar son los síntomas del incidente, y tienen diferentes causas, en nuestro caso se denomina causas básicas.

Figura 23. **Modelo de estado síntomas vs causas**

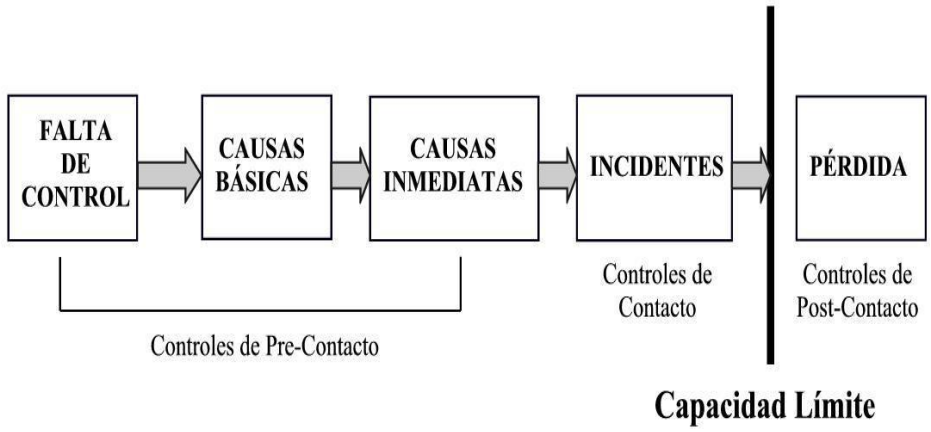


Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.8.7 Modelo de causalidad de perdidas

Describe las múltiples causas, de perdidas, asi como de las múltiples oportunidades de control; los que se pueden agrupar en tres grandes categorías o etapas de control las cuales se muestra en la Figura 24

Figura 24. **Modelo de causalidad de pérdidas**



Fuente. Seguridad y salud en el trabajo. (Elvick)[29].

2.9 Tecnologías de Inteligencia Artificial

2.9.1 Definiciones

Según la Real Academia Española, (2000), el significado de *Inteligencia, es:*

- Facultad de conocer, analizar, comprender y se destaca por su inteligencia y se manifiesta en habilidades.
- Habilidad, destreza y experiencia.

La inteligencia es el juicio, llamado también sentido común, sentido práctico, la iniciativa, la facultad de adaptarse a las circunstancias.

Juzgar correctamente, razonar correctamente, es decir son actividades esenciales de la inteligencia.

Según Millaray (1995)[60], la definición de inteligencia es una tarea compleja que varía, según la época y el paradigma (visión del mundo). De esta forma, la inteligencia es definida respecto a diferentes visiones. Sin embargo existe un cierto grado de consenso al separar la inteligencia de los conocimientos, pues se tiende a pensar más bien que la inteligencia es la capacidad de utilizar los conocimientos para fines específicos. Así resaltan las ideas de:

a) Comprender, razonar y juzgar adecuadamente
b) Capacidad de aprender
c) Habilidades, destreza y experiencia
d) Capacidad de resolver problemas
e) Capacidad de adaptarse al medio

Según la definición de Millaray (1995)[60], La Inteligencia Artificial (IA) es el desarrollo y aplicaciones de sistemas electrónicos (Microprocesadores, Microcontroladores, Controladores Lógicos Programables, Procesadores Digital de Señales, y otros de naturaleza afín), con los que se intenta reproducir los procesos de la "*Inteligencia Humana*".

Para Thomson (1997)[86], la Inteligencia Artificial (IA), es la ciencia de hacer que las maquinas realicen tareas que requieren de inteligencia si son realizados por seres humanos. También se puede considerar como el estudio de técnicas que permiten a los sistemas electrónicos (computadores), realizar tareas, que hasta ahora, solo lo realizan los seres humanos.

La definición de Usátegui, (2000)[87], es: La Inteligencia Artificial es el campo de estudio, en las Ciencias de la Computación cuyo objetivo es hacer que los computadores razonen de manera similar a los seres humanos.

Según Norvin, (2004)[64], la inteligencia artificial (IA) es un campo científico en el que se trata de máquinas que realizan tareas que solo realiza el hombre aplicando cualquier tipo de razonamiento. Para lograr este objetivo se necesitan programas informáticos. (Norvin, 2004)[64].

En cierta medida cualquier programa informático puede ser considerado inteligente. El problema es diferenciar entre qué es lo que se considera un programa inteligente y qué no lo es.

Al respecto Muller, (1996)62], afirma que un programa inteligente es aquel que muestra un comportamiento similar al humano cuando se encuentra con un problema idéntico. No es necesario que el problema sea resuelto exactamente de la misma manera que lo haría una persona. Desde el punto de vista del comportamiento humano, la IA estudia la naturaleza de la inteligencia humana, como reproducirla e implementarla en un programa informático.(Muller, 1996)[62].

Sin embargo hay que diferenciar entre la inteligencia humana y lo que se conoce como inteligencia ideal. En el primer caso se trata de la limitada inteligencia de las personas, que no coinciden con la inteligencia ideal (racional). Se considera que un sistema es racional si siempre hace lo correcto; el enfoque racionalista combina las matemáticas e ingeniería.

El término Inteligencia Artificial, fue propuesto por John McCarthy en 1956, lo definió como la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes, pero especialmente de hacer programas inteligentes.

De esta forma, la IA es un campo inherentemente multidisciplinario, aun cuando comúnmente es considerada como un área de la computación y trabaja con algoritmos, bases de datos, etc., la IA tiene una fuerte relación con la neurociencia, las ciencias cognitivas, la matemática y la ingeniería, por nombrar algunas áreas.

2.9.2 Objetivos de la Inteligencia Artificial

Entre los principales son los siguientes:

a) Desarrollar sistemas electrónicos (computadoras, controladores, etc.) que sean más eficientes cada vez.
b) Entender mejor la inteligencia humana
c) Juegos de estrategia
d) Comprensión del lenguaje natural
e) Demostración automática de teoremas
f) Base de datos inteligente
g) Diseño y planificación
h) Enseñanza aprendizaje
i) Automatización de procesos
j) Sistemas expertos
k) Robótica

2.9.3 Desarrollo de la Inteligencia Artificial

Los esfuerzos por reproducir algunas habilidades mentales humanas en máquinas y androides se remontan muy atrás en la historia. El mito del coloso de Rodas entre los griegos, las estatuas “parlantes” del medioevo, el androide de Von Kempelen que jugo el ajedrez con

Napoleón, y el “motor analítico” de Charles Babbage que calculaba logaritmos, son solo algunos de los ejemplos de este antiguo interés. Igualmente, la concepción de la inteligencia humana como un mecanismo no es reciente ni ha estado disociado de la psicología: Descartes, Hobbes, Leibnitz y el mismo Hume se refirieron a la mente humana como una forma de mecanismo.

Durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, las analogías biológicas y fenomenológicas desplazaron a la noción de mecanismo en el estudio de la mente humana. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XX, la noción de mecanismo renovó su poder heurístico con la formalización del concepto de “Computación”.

Como algunas máquinas, especialmente las calculadoras, se diseñaron para evitar el tener que pensar y para hacer el pensamiento más rápido y exacto, fue inevitable que desde sus orígenes las calculadoras y más adelante las computadoras, se relacionaran con la inteligencia y el pensamiento enfatizando sus similitudes.

La Inteligencia Artificial (IA) fue introducida a la comunidad científica en 1950 por el inglés Alan Turing en su artículo “*Maquinaria Computacional e Inteligencia*”. A pesar de que la investigación sobre el diseño y las capacidades de las computadoras comenzaron algún tiempo antes, fue hasta que apareció el artículo de Turing que la idea de una máquina inteligente cautivo la atención de los científicos.

La pregunta básica de Turing trato de responder afirmativamente en su artículo, es el siguiente: ¿pueden las maquinas pensar?. Los argumentos de Turing en favor de la posibilidad de inteligencia en las máquinas, iniciaron un intenso debate que marco claramente la

primera etapa de interacción entre la IA y la psicología. Los debates en aquella época se centraron en el análisis de la serie de problemas implicados en la aplicación de términos mentalistas a las computadoras. La intención de Turing no era la de usar estos términos como analogías sino la de eliminar la distinción entre inteligencia natural e inteligencia artificial. Las contribuciones de Turing a la IA fueron: el diseño de la primera computadora capaz de jugar ajedrez y la más importante, el establecimiento de la naturaleza simbólica de la computación.

El trabajo de Turing, quien falleció prematuramente, fue continuado en los Estados Unidos por John Von Neumann durante la década de los cincuenta del siglo XX; siendo su contribución central, la idea de que la computadora debería diseñarse tomando como modelo al cerebro humano. John Von Neumann fue el primero en "antropomorfizar" el lenguaje y la concepción de la computación al hablar de dispositivos como "memorias", "sensores", "interfaces", etc. de las computadoras. Construyo una serie de máquinas utilizando lo que en hasta esa época se conocía sobre el cerebro humano y diseño los primeros programas almacenados en la memoria de una computadora.

Sin embargo, esta línea de investigación pronto encontró serias limitaciones. La concentración en la imitación de la constitución físico-química del cerebro, no permitió apreciar a Von Neumann y sus seguidores, que la analogía seria mucho más eficiente si se estudiara las funciones del cerebro, es decir, sus capacidades como procesador de información.

Correspondió a McCulloch, formular una posición radicalmente distinta al sostener que las leyes que gobiernan al pensamiento

deben buscarse entre las leyes que gobiernan a la información y no entre las que gobiernan a la materia. Esta idea abrió grandes posibilidades a la IA, sin embargo a finales de la década de los 60 del siglo XX, Minsky, uno de los padres fundadores de la IA, modifico su posición y sostuvo que la imitación del cerebro a nivel celular debería ser abandonada.

La conferencia de Darthmouth de 1956 llevo a la IA a una nueva etapa. Durante el periodo de 1956 a 1963 se efectuó una intensa investigación en el área. Durante este periodo, los centros de investigación más importantes tales como Carnegie Mellon, el Massachusetts Institute Technology (MIT), y su laboratorio de Lincoln, Stanford, así como International Bussines Machine (IBM) concentraron su trabajo en dos temas principales:

a) Disminuir las búsquedas en problemas del ensayo-error, lo que condujo al inicio de proyectos tales como “Logic Theorist” (considerado como el primer programa de IA).
b) La demostración de teoremas de geometría.

Luego, se inició el estudio del aprendizaje de maquina incluyendo proyectos especializados de IA desarrollados en el MIT, en esa época.

Los padres fundadores de esta disciplina, llegaron a la definición de las presuposiciones básicas del núcleo teórico de la IA:

1. El reconocimiento de que el pensamiento puede ocurrir fuera del cerebro, es decir en las máquinas.
2. La presuposición de que el pensamiento puede ser comprendido de manera formal y científica
3. La presuposición de que la mejor manera de entenderlo es a través de las computadoras digitales.

Desde fines de la década de los cincuenta del siglo pasado, la investigación en IA se expande y se multiplica en direcciones diversas. La capacidad simbólica de las computadoras es estudiada entre otros, por Shanon y por Newell, Shaew y Simón quienes diseñan el primer programa inteligente basado en su modelo de procesamiento de información. Este modelo se convertiría pronto en la teoría dominante en psicología cognitiva.

Algunos investigadores se dedicaron al estudio de la naturaleza del aprendizaje en la computadora y a los procesos de reconocimiento de patrones visuales. Como resultado de ello Selfridge y Dinneen consiguen diseñar el primer programa capaz de aprender por experiencia.

Basándose en los estudios sobre memoria asociativa, el equipo Newell-Shaw-Simón construyó los primeros lenguajes de procesamiento de información (IPL-I, IPL-II) utilizados en el diseño de *"Logic Theorist Machine*" que se convirtió en la primera máquina "inteligente".

A mediados de los años sesenta la IA se convierte en un área en la que se interesa e interactúan especialistas de diversas disciplinas: lógicos, psicólogos, matemáticos, lingüistas, filósofos, etc. Uno de los grandes temas de IA en esta década fue el estudio del lenguaje en la mayoría de los estudios iniciales sobre lenguaje, se atacó el problema de diseñar una máquina que fuera capaz de traducir de un idioma a otro. El énfasis se hizo en el análisis del sintaxis, en lugar del significado, estrategia que se abandonó relativamente pronto.

En los inicios de la década de los setenta, el desarrollo inicial de la microelectrónica con el desarrollo de los circuitos integrados en la

escala de integración LSI (Large Scale Integration) permitió desarrollar nuevos dispositivos que potenciarían las primeras computadoras totalmente digitales.

2.9.4 Tipos de desarrollo de Inteligencia Artificial

a) Microprocesadores (uP)

Con el desarrollo de la tecnología electrónica basado en el silicio para construir el circuito integrado (IC), en noviembre de 1971 se da el gran salto con el diseño y fabricación del primer "microprocesador" por la firma INTEL el procesador 4004 de 4 bits, el cual resulto excelente en aplicaciones de cálculo numéricos; a partir de este desarrollo se inicia un proceso de evolución acelerada de dispositivos electrónicos (Hardware-Hw) y de requerimiento de instrucciones, programas, lenguajes de programación, Sistemas Operativos, etc. (Software-Sw), que permitieron ampliar las aplicaciones en diversos campos, con características mejoradas en velocidad, capacidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento de datos, etc. Dicho microprocesador generó una competitividad entre los diversos fabricantes de dispositivos y soporte de software, entre los principales tenemos: Intel, Motorola, Rockwell, Intersil, Zilog, Philips, Signetics, etc.

El microprocesador o CPU de un computador, es uno delos componentes hardware que ha evolucionado a lo largo de la historia de la informática. Proporcionan la característica fundamental del computador digital: la programabilidad, y son uno de los componentes fundamentales en los computadores de cualquier generación, junto con el almacenamiento primario y las interfaces de entrada/salida.

En su interior, el microprocesador está constituido por bancos de registros, contador de programa, memorias, unidades de control y unidad aritmética lógica (ALU). Su función fundamental es ejecutar instrucciones.

Existen dos arquitecturas en el diseño de procesadores:

- CISC (Complex Instruction Set Computer), son procesadores que procuran que cada una de las sentencias de los lenguajes de alto nivel pueden ser representadas por una o muy pocas instrucciones en ensamblador. La arquitectura CISC posee repertorio con alto número de instrucciones y con longitudes de 1, 2, 3 ó 4 bytes.
- RISC (Reduced Instruction Set Computer), seleccionan estadísticamente cuales son las instrucciones más utilizadas por las aplicaciones y hace que sean ejecutadas lo más rápido posible. La arquitectura RISC posee repertorio con bajo número de instrucciones y con longitudes de 1 ó 2 bytes.

La programación de los procesadores se realiza básicamente mediante Lenguaje de Programación ensamblador, consistente en códigos mnemotécnicos que representan operaciones aritméticas, lógicas, etc.

A continuación se tiene una síntesis de la evolución de los microprocesadores desarrollados por la firma INTEL.

Evolución del Hardware de microprocesadores INTEL

- 1971 Microprocesador 4004-4040 de 4 bits
- 1972 Microprocesador 8008 de 8 bits
- 1974 Microprocesador 8080 de 8 bits

- 1978 Microprocesadores 8086-8088 de 16 bits
- 1982 Microprocesador 80286 de 16 bits
- 1985 Microprocesador 80386 de 32 bits
- 1989 Microprocesador 80486 de 32 bits
- 1993 Microprocesador Pentium de 32 y 64 bits
- 1995 Microprocesador Pentium I, Pentium Pro, Pentium MMX de 32 y 64 bits
- 1997 Microprocesador Pentium II de 32 y 64 bits
- 1999 Microprocesador Pentium III, Pentium III XEON de 64 bits
- 2000 Microprocesador Pentium IV de 64 bits
- 2006 Microprocesador CoreDuo de 64 bits (Intel i3)
- 2008 Microprocesador CoreNehalem (Intel i7)
- 2011 Microprocesador Core Sandy Bridge (Intel Core i3, Intel Core i5, Intel Core i7 serie 2000 y Pentium G)

b) Microcontroladores (uC)

Para Microchip Technology Inc.(1995)[100] el microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos, siendo estos procesos o acciones programados en lenguaje ensamblador por el usuario y son ingresados al dispositivo a través de un programador.

Los microcontroladores son la evolución natural de la tecnología de la microelectrónica de los microprocesadores. Como se describió antes, un microprocesador se basa en el CPU, donde el bus de datos, el bus de direcciones y el bus de control, asi como las memorias y unidades de entrada/salida están integrados en el circuito integrado, son totalmente versátiles; por lo que se denomina sistema empotrado (Embedded System), debido a que el hardware y software están concebidos para un uso concreto. Se componen de dos elementos fundamentales:

- Controlador
- Sistema a controlar

En muchos sistemas empotrados es más práctico y económico utilizar microcontroladores que microprocesadores. Por las características siguientes:

a) Limitaciones de espacio (Todo en un único circuito integrado)
b) Limitaciones de consumo (Por lo general son portátiles)
c) Limitaciones económicas (Es más económico disponer en un único “chip” todo el hardware de un computador basado en microprocesador.
d) Las unidades de entrada/salida están diseñados para manejar sensores y actuadores típicos de los sistemas empotrados.
e) Suelen utilizar Arquitectura Harvard (memoria de datos e instrucciones separados)
f) Dimensiones muy reducidas
g) Se dispone de gran variedad dentro de una misma familia para aplicaciones concretas
h) Presenta protección anti copia de la memoria de programa (evita ingeniería inversa y espionaje industrial)
i) Obviando factores generales, como el costo, tamaño entre otra características tenemos:
   - Numero de bits : Arquitecturas de 8, 16 y 32 bits
   - Velocidad de proceso: De 4MHz a 80 MHz
   - Memoria de programa: De 300 Bs a 64KBs (Flash (regrabable) vs OTP (programable una única vez)
   - Memoria principal: De 16 Bs a 64 Bs.
   - Memoria permanente: EEPROM de 0 a 4KBs.
   - Temperatura de trabajo: De -40ºC a + 150ºC
   - Voltaje: desde 1,8 Voltios DC
   - Encapsulados: DIP7SPDIP, SOIC, SSOP, TQFP, DFN

- Pines de E/S y pines totales: De 4 a 85 / De 6 a 100
- Unidades de E/S y otros componentes
  - Conversores A/D
  - Puertos de comunicación digital (Ethernet, USB,…)
  - Temporizadores, comparadores, PWM, capturadores
- Conversores A/D
  - Numero de puertos: De 0 a 32
  - Resolución (bits) por puerto: De 10 bits a 16 bits)
- Interfaz de puerto serie
  - USB: Soporte para USB 2.0 (On The Go) para sistemas embebidos permite actuar como "*master" o "slave".*
  - UART/USART: Clásica conexión de puerto serie (RS-232). La UART solo soporta comunicación asíncrona
  - SPI (Serial Peripheral Interface): Interfaz serie asíncrona y full dúplex que sigue el paradigma maestro/esclavo.
  - I2C (Inter Integrated Circuit): maestro/esclavo más lento que SPI. Pensado para comunicación entre componentes que no requieren velocidad, sino bajo costo.

- Temporizadores
  - Timers: Contadores de 8 a 32 bits que se incrementan automáticamente. Permiten temporizar operaciones, interfaces, etc.
  - Watchdog Timer: Contador que se incrementa automáticamente según programación.

Principales familias de microcontroladores: Intel, Motorola, Texas Instruments, Zilog, Analog Devices, Microchip

c) Autómatas programables (PLC)

Según la definición del Estándar internacional IEC 61131, que normaliza las características tanto en su parte del Hardware (Hw) como el Software (Sw) de los sistemas electrónicos programables:
Un autómata programable es una máquina electrónica programable diseñado para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientados al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas ó procesos.

Los autómatas programables surgen en EEUU el año 1969 como respuesta al deseo de la industria para realizar la función de contar con cadenas de producción automatizadas que siguieron la evolución de las técnicas de producción y permitieran reducir el tiempo de fabricación.

Los autómatas programables permiten a las empresas mejorar su competitividad al permitirles incrementar su productividad a unos costes adecuados y sin sacrificar la calidad, más bien al contrario aumentándola.

Sus aportaciones son numerosas y se puede analizar desde varios puntos de vista

1. Desde el punto de vista de la concepción del sistema automatizado
   - Son herramientas de fácil manejo por medio de software de programación y configuración.

- Facilitan el trabajo en el laboratorio.
- Los costos de desarrollo son disminuidos al no hacerse dependiente la fase de ingeniería de la disponibilidad del proceso a controlar.
- Son máquinas que se encuentran entre la ingeniería eléctrica y la informática lo cual permite a las empresas llevar a cabo una transición progresiva hacia nuevas tecnologías aplicadas al proceso productivo

2. Desde el punto de vista del mantenimiento
   - No requiere de personal altamente calificado
   - Se puede adaptar y formar al personal del departamento de mantenimiento eléctrico para llevar a cabo las labores de mantenimiento de este tipo de dispositivos.
   - El interfaz hombre-máquina de estos dispositivos son potentes lo cual facilita la labor tanto del personal de mantenimiento, así como de la producción.

2.9.5 Análisis de Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Las redes neuronales artificiales son estructuras de hardware y software programados para que simulen el comportamiento normal de las neuronas biológicas presentes en los seres vivos.

2.9.5.1 Características de la neurona artificial

Las redes neuronales artificiales han sido creadas para imitar ó igualar al funcionamiento del cerebro humano, en este sentido y a pesar de que las RNA no alcanzan la complejidad del cerebro, existen ciertos aspectos similares, de hecho se han definido términos que hacen referencia a fenómenos que ocurren en el cerebro durante el funcionamiento normal de

una Red Neuronal Biológica (RNB). Dichos términos se explican a continuación puesto que son la base de todas las teorías formuladas y adelantos alcanzados en éste campo.

Como se hizo mención de las características principales de las neuronas artificiales, fueron captadas a través de los estudios realizados a las RNB; su comportamiento y funcionamiento fueron adaptadas a las neuronas artificiales, pues el único fin de esta ultimas es emular a las neuronas biológicas. Por lo que a continuación se describe las características principales:

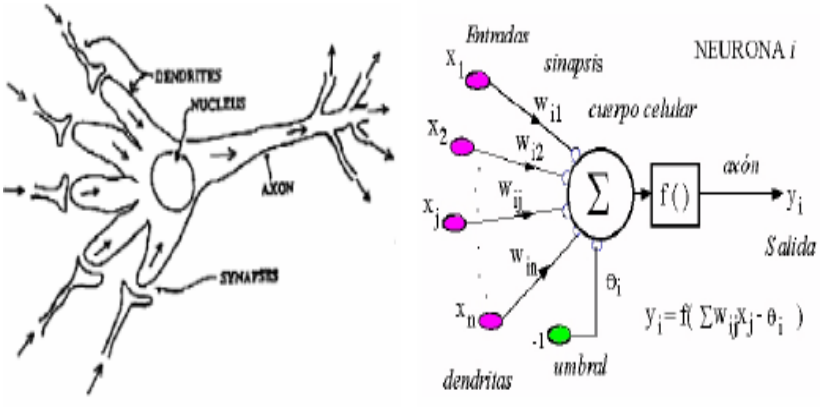
a) Adquirir conocimientos de las experiencias y luego almacenar en el peso de las conexiones entre neuronas.
b) Tienen alta plasticidad y adaptabilidad, ésto es, capacidad del sistema nervioso de remodelar los contactos entre neuronas y la eficiencia de las sinapsis. La plasticidad explica la capacidad de aprendizaje.
c) Son tolerantes ante los fallos, pueden sufrir daños considerables y continuar con un buen desempeño.
d) Son masivamente paralelas; el procesamiento de la información es realizado por un número elevado de unidades procesadoras (neuronas), cada una de la cual realiza un tipo de procesamiento simple.
e) Son un sistema distribuido, debido a que la información no es almacenada en un solo ente sino a través de las conexiones entre neuronas.

2.9.5.2 Modelo de la neurona artificial

Siendo una red de neuronas, el principal elemento de estas es precisamente la neurona. Respecto a la RNA, existen varias formas de llamar a una neurona artificial; unidad de procesamiento, neuronodo, nodo, entre otros. En este proyecto la denominaremos “nodo”.

Un nodo no es más que un circuito electrónico creado para emular el funcionamiento de una neurona biológica, de manera que cada neurona (nodo) tendrá, en lo posible las mismas características fisiológicas y funcionales de las neuronas biológicas, según se muestra en la Figura 25.

Figura 25. **Modelo de la neurona artificial.**

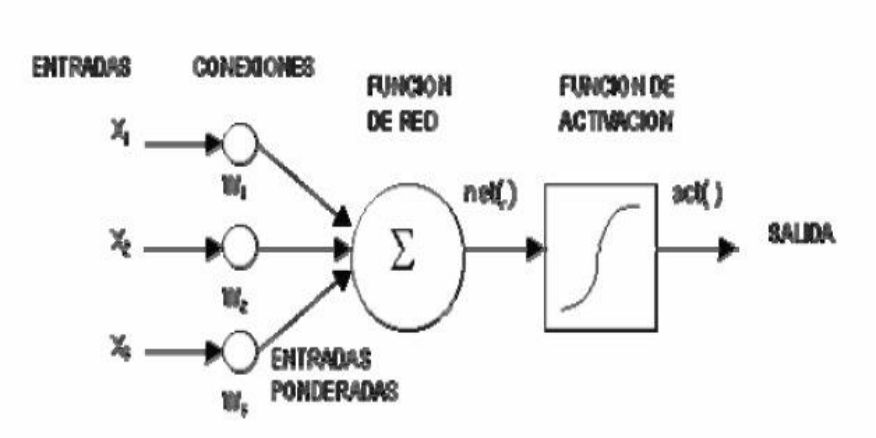


Fuente. Neuronal Networks Aplications. (Widman, 2003)[93]

De manera similar que en el cerebro, los nodos captan la señal del exterior y producen una única salida hacia sus neuronas vecinas (una o más) luego de la realización de un cálculo interno, es decir que los neuronodos también

sinaptan. En el nodo identifica los siguientes elementos; básicos en su composición.

Figura 26. **Modelo del comportamiento de la neurona Artificial.**



Fuente. Neuronal Networks Aplications. (Widman, 2003)[93]

1. Un conjunto de conexiones, cada una e las cuales está caracterizada por un coeficiente ó peso. Estas conexiones, con su peso asociado, modelan el contacto entre neuronas.
2. Una función de red o de propagación; la cual calcula la entrada combinada total de todas las conexiones de entrada.
3. Un núcleo central de procesamiento que se encarga de aplicar la función de activación, la cual suele ser una función umbral.
4. La salida que es por donde se transmite el valor de activación a las demás neuronas.

2.9.5.3 Funciones de la neurona artificial

Una neurona recibe las entradas de sus neuronas vecinas mediante un proceso electroquímico y entrega una salida de acuerdo a la cual se sigue propagando ó no un impulso hacia las neuronas vecinas. Para modelar este comportamiento se han definido una serie de funciones complementarias, que usan como parámetros los resultados de las otras por ello se describe de un modo específico las funciones que participan en una RNA.

1. Función de propagación (Netj)

Equivale a la combinación de las señales excitadoras e inhibidoras. En términos matemáticos, es generalmente la suma ponderada de todas las entradas recibidas, es decir, se suma cada entrada multiplicada por el peso correspondiente. Este valor se conoce como potencial post-sináptico ó sináptico.

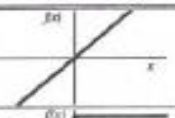
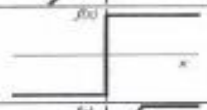
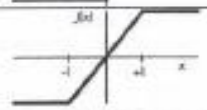
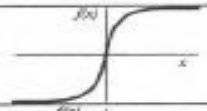
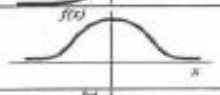
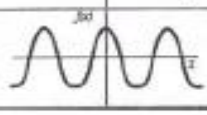
$$\mathbf{Net\ j\ =\ (wij\ .\ y\ i(t))} \qquad (1)$$

2. Función de activación (F)

Combina el potencial sináptico producido por la función de propagación, con el estado actual de la neurona para conseguir el estado futuro o nivel de activación [aj(t)] de la misma. Existen varias clases de funciones de activación lineales, de escalón ó senoidales,

$$A_j(t+1) = F(a_j(t), Net_j) \quad (2)$$

Figura 27. **Funciones de la neurona artificial**

	Función	Rango	Gráfica
Identidad	$y = x$	$[-\infty, +\infty]$	
Escalón	$y = sign(x)$ $y = H(x)$	$\{-1, +1\}$ $\{0, +1\}$	
Lineal a tramos	$y = \begin{cases} -1, & si\ x < -l \\ x, & si\ +l \le x \le -l \\ +1, & si\ x > +l \end{cases}$	$[-1, +1]$	
Sigmoidea	$y = \frac{1}{1+e^{-x}}$ $y = tgh(x)$	$[0, +1]$ $[-1, +1]$	
Gaussiana	$y = Ae^{-Bx^2}$	$[0, +1]$	
Sinusoidal	$y = A\,sen(\omega x + \varphi)$	$[-1, +1]$	

Fuente. Introducción a Redes Neuronales. (Lara, 1998)[52]

3. Funciones de salida

Convierte el estado de activación de la neurona en la salida de la misma hacia la siguiente neurona. En algunos modelos esta actividad es la función identidad es decir que la salida generada es el mismo nivel de activación.

$$F_j(a_j(t)) = a_j(t) \quad (3)$$

2.9.5.4 Capas de la estructura de la neurona artificial

Las neuronas reciben información del exterior la procesan y la transmiten a sus vecinas, según esto es entendible que las neuronas pueden organizarse según la función

que cumplen dando como resultado varias capas en una RNA.

a. Capa de entrada

Estas neuronas reciben la información procedente de cada sinapsis para ser procesada.

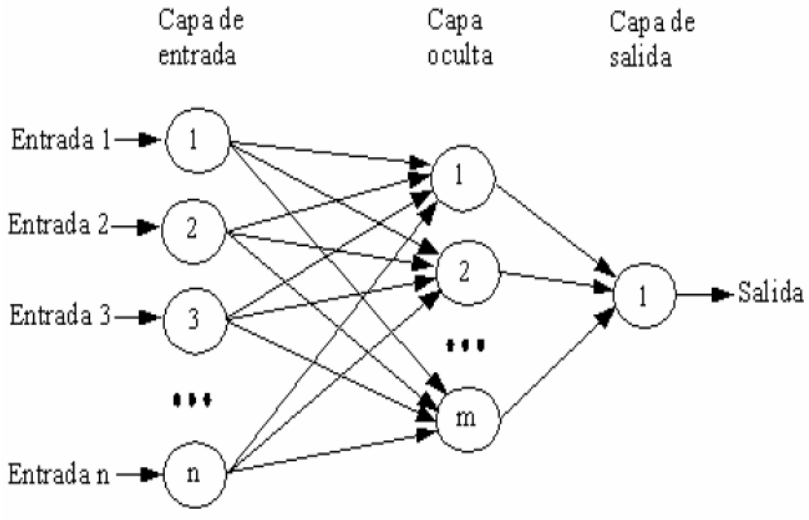
b. Capa oculta

Las neuronas de esta capa toman la información de las neuronas de entrada, la procesan y la entregan a las neuronas de salida. El número de estas neuronas presentes en la red dependen el tipo de red que se quiere representar.

c. Capa de salida

Recibe la información procedente de la capa oculta y la envía a la red. En otros casos realiza una parte del procesamiento.

Figura 28. **Capas de la estructura de neurona artificial**.



Fuente. An Introduction Neural Network. (Lara)[52]

2.10 Sensores electrónicos

En un sistema de control, medición u otras aplicaciones por lo general se requiere efectuar adquisición de datos (señales, eventos, etc.) lo cual implica utilizar elementos sensores o transductores.

Según la definición de Guerrero, (2000)[35], transductor, es un dispositivo que convierte una señal física en otra señal de diferente tipo de energía con cierta relación matemática entre ellas. En la naturaleza se tienen seis tipos de señales diferentes: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares ó químicas.

De acuerdo a ésta definición se distingue dos grandes grupos de transductores:

a) SENSORES: son dispositivos que funcionan como captadores de información de un proceso por lo que también se llaman captadores o detectores. En general, transforman una magnitud física en una señal eléctrica de baja potencia o en una señal óptica.
b) ACTUADORES: son dispositivos susceptibles de modificar la evolución del proceso, sistema o planta. Por lo general convierten una señal eléctrica en una acción física o química. (Motores eléctricos, calefactores, relays, zumbadores, electroimanes, tiristores, etc.).Guerrero (2000).

Se suele denominar transductor únicamente a los sensores, pero el término tiene un sentido más amplio. En la práctica, los transductores ofrecen una señal de salida eléctrica, debido a que la salida que genera se conecta normalmente a un sistema electrónico.

2.10.1 Clasificación de sensores

Según la IEEE, en su publicación “Sense Design and applications” (1998). Se clasifica a los sensores de acuerdo al tipo de señal a procesar: temperatura, presión, humedad, caudal, proximidad, aceleración, velocidad, fuerza, humo, gases venenosos, etc. Sin embargo, esta clasificación difícilmente puede ser exhaustiva ya que la cantidad de señales físicas que se puede procesar es muy grande.

Existen diversos criterios de clasificación, siendo los más importantes, los siguientes:

a) Por la señal de salida generado por el sensor:
   - Formato analógico, cuando la señal puede tomar un número infinito de valores bien diferenciados dentro de un margen, la señal varia en forma continua dentro de dicho intervalo.
   - Formato digital: cuando la señal solo puede tener un número finito de valores bien diferenciados dentro de un margen, es decir, que la función varia de forma discreta.
   - Formato todo o nada, son aquellos en los que la salida solo presenta dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada.

b) Por el aporte de energía
   - Pasivos, son los que para su funcionamiento necesitan una fuente de energía externa.
   - Activos, Convierten parte de la energía de la variable a medir en energía eléctrica para la salida del sensor.

c) Por el modo de operación

- De deflexión, son aquellos en los que la magnitud medida produce una acción física, que engendra otra similar pero opuesta relacionada directamente con la magnitud a medir.
- De comparación, en ellos se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto conocido y opuesto al generado.

Esta información es transmitida al controlador ser procesado y con los resultados tomar la acción de control correspondiente.

En los sistemas inteligentes, los sensores se conectan a las entradas y básicamente pueden ser de dos tipos:

1. Sensores Analógicos
2. Sensores Digitales

Los sensores analógicos, son usados cuando el fenómeno físico a detectar es variable en el tiempo. En éstos casos es denominado transductor y se procesa con una etapa de adaptación de señal en el cual se debe amplificar y realizar la conversión a señal digital.

Los sensores digitales, son usados cuando se requiere detectar información de presencia o ausencia de personas, objetos, etc. o cualquier información que se pueda representar en forma binaria. A estos sensores se denominan detectores o interruptores.

2.10.2 Sensores utilizados

1. Sensores de humo

Definido como dispositivo de seguridad que posee la característica de detectar la presencia de humo en el medio, emitiendo una señal acústica que indica señal de incendio. Atendiendo al método de detección se pueden usar de varios tipos:

a. Detector Óptico:

Que a su vez pueden ser de dos tipos, según modo de detección del humo por oscurecimiento ó por dispersión del aire en el espacio.

- De rayo infrarrojo, compuesto por un dispositivo emisor y otro receptor. Cuando se obscurece el espacio entre ellos debido al humo solo una fracción de la luz emitida alcanza el receptor provocando que la señal eléctrica producida por este sea más débil y se active la alarma.
- De tipo puntual, en los que el emisor y receptor se encuentren alojados en la misma cámara pero no se ven al formar sus ejes un ángulo mayor de 90° y estar separados por una pantalla, de manera que el rayo emitido no alcanza el receptor. Cuando ingresa el humo en la cámara, el haz de luz emitido se refracta en las partículas de humo y puede alcanzar al receptor, activándose la alarma.

- De tipo laser detectan el obscurecimiento de una cámara de aglutinación con tecnología láser

b. Detector Iónico:

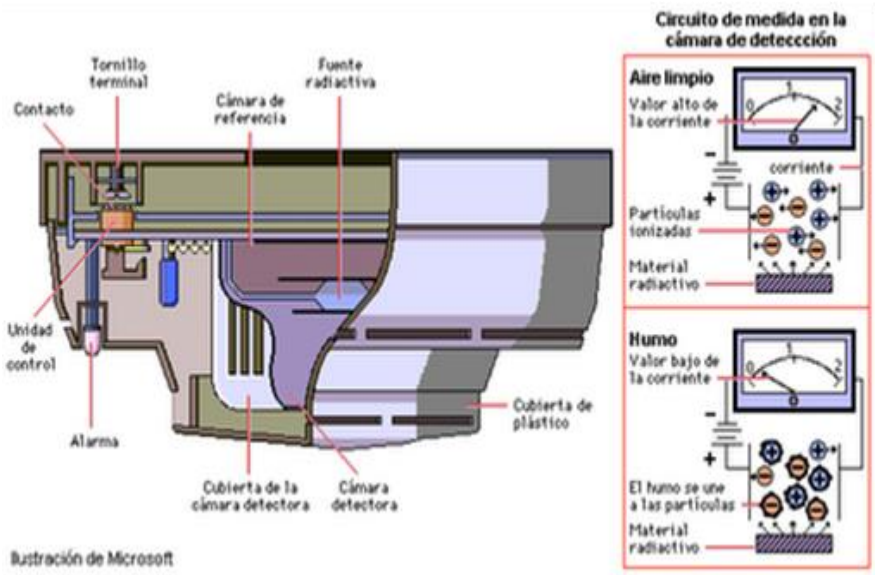
Este tipo de detector es de menor costo respecto que el de tipo óptico y puede detectar partículas que son demasiado pequeñas para influir en la luz. La cámara de ionización de estas alarmas, contiene una pequeña cantidad (menos de 1 microgramo) de americio-241 que emite radiación alfa. Este isotopo radiactivo emite partículas alfa (núcleo de helio de alta energía) durante siglos. Debido a la gran capacidad de ionización del aire que posee las partículas alfa, solo una hoja de papel ó un espesor de 7 cm de aire son suficientes para absolverlos. La radiación pasa a través de una cámara abierta al aire en la que se encuentra dos electrodos, permitiendo una pequeña y constante corriente eléctrica. Si ingresa humo en esa cámara se reduce la ionización del aire y la corriente disminuye o incluso se interrumpe, con el cual se activa la alarma. Cuando el humo ingresa en la cámara de ionización, las partículas alfa quedan prácticamente inmovilizadas por los productos de la combustión, disminuyendo notablemente la corriente eléctrica.

Figura 29. **Sensor de Humo.**



Fuente. Catálogo de sensores para seguridad (Schneider Electric, 2010)[80].

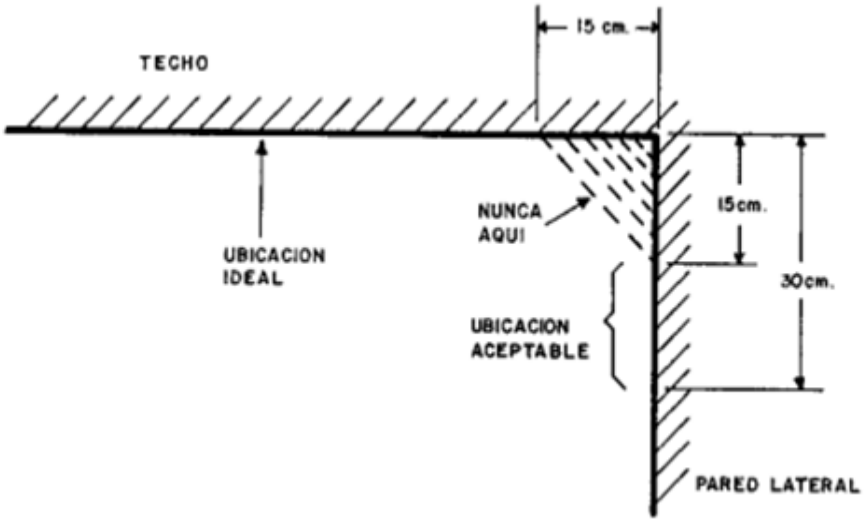
Figura 30. **Partes del Sensor de Humo**



Fuente. Catálogo de sensores para seguridad (Schneider Electric, 2010)[80].

Es recomendable instalar sensores de humo por ionización ú ópticos de humo, los cuales deben instalarse en el techo a una distancia no menor de 15 cms. de la pared, como lo muestra la Figura 31 y a una distancia entre ellos no mayor a 10 mts.

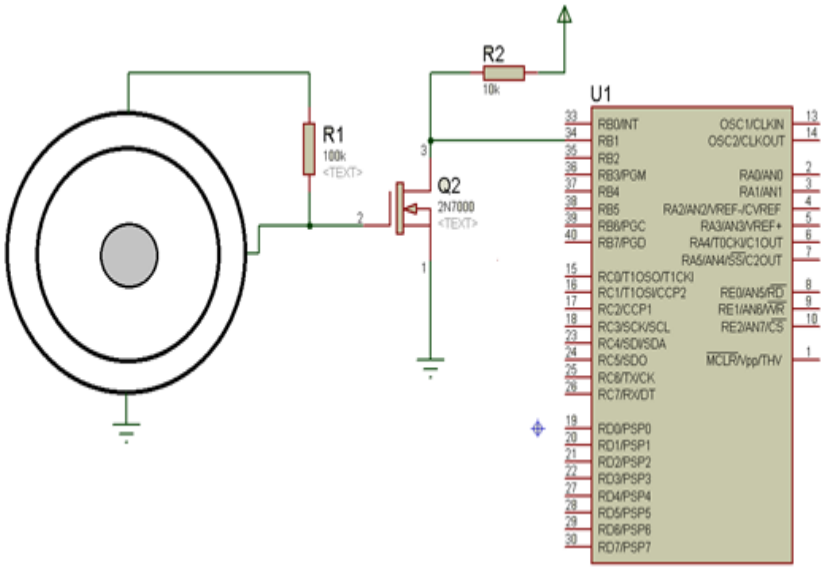
Figura 31. **Ubicación del sensor de humo.**



Fuente. Regla técnica para detección de incendios.

Girot(2006)[37]

Figura 32. **Conexión del sensor de humo al controlador.**



Fuente. Elaboración propia.

Para determinar la distribución y localización de estos detectores en el ambiente a proteger, se deben considerar los factores siguientes:

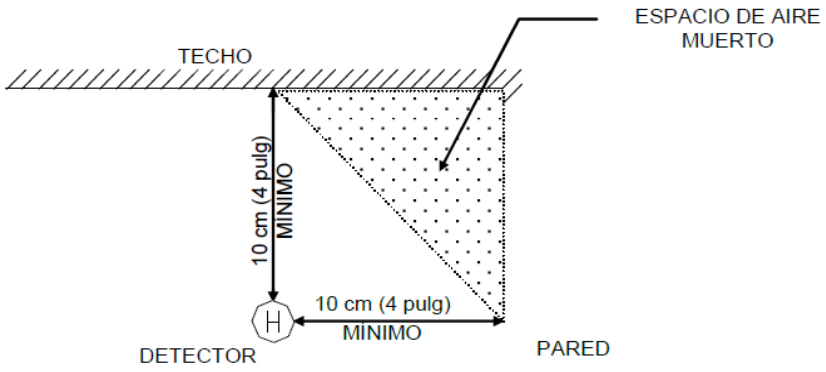
a. Materiales y forma del techo y paredes.
b. Altura y volumen del ambiente..
c. Distribución de espacio libre.
d. Temperatura normal del local.
e. Posibilidad de temperaturas anormales.
f. Ventilación y/o aire acondicionado.
g. Tipo de materiales almacenados.

Características del humo

Para evitar falsas alarmas y mantener el buen desempeño de operación, se debe considerar en la ubicación de los detectores de humo los siguientes factores: las fuentes

normales de humo, humedad, polvo, gases emitidos por procesos de fabricación, influencias eléctricas o mecánicas. Los detectores de humo (tipo puntual) cuando se instalan debajo del techo, deben tener una distanciamiento mínimo de 10 cms. a lo largo del techo,

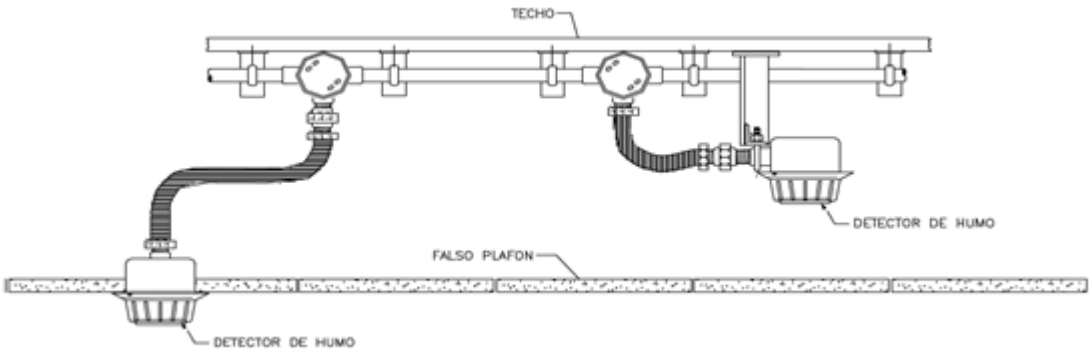
Figura 33. **Montaje optimo del sensor de humo.**



Fuente. Regla técnica para detección de incendios. Girot(2006)[37]

Si el ambiente tiene falso techo, se recomienda la siguiente ubicación.

Figura 34. **Sensores de humo en áreas con falso techo**



Fuente. Regla técnica para detección de incendios. Girot(2006)[37]

2. Sensores de gases tóxicos (ácido sulfhídrico)

Es un detector de gas inflamable y toxico, está diseñado para su uso en atmosferas potencialmente explosivas y permitir el acceso de manos libres, sin obstáculos, a través de terminales de la caja de conexiones. Se recomienda la instalación por parte de personal técnico autorizado.

Figura 35. **Sensor de gas tóxico**



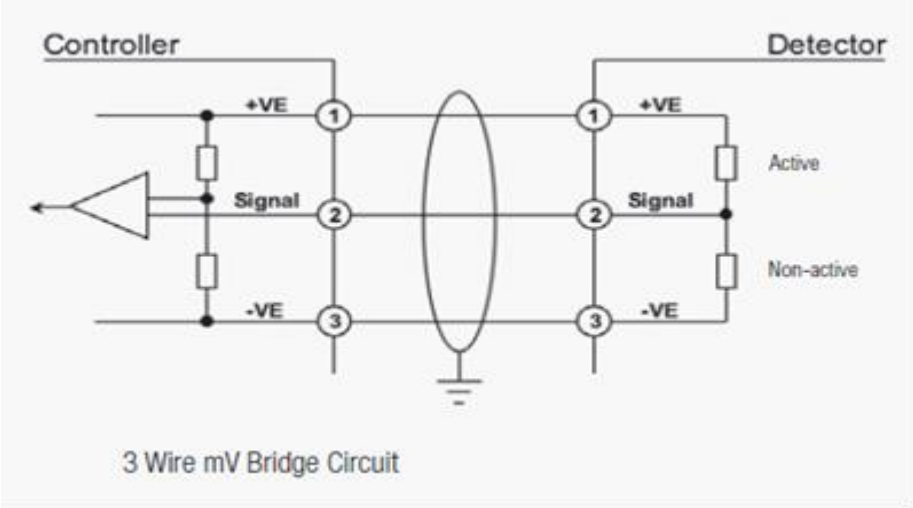
Fuente. Catálogo Drager Sensor (U.S.A., 2010){111]

Entre sus características tenemos, detector de gas y transmisor Honeywell Zareba para ácido sulfhídrico (H2S) 0-50 ppm, adicionalmente tenemos:

- Vida típica operativa entre 2 a 5 años.
- Certificado ATEX.
- Aprobado en áreas peligrosas.
- Caja de conexión universal.
- Tres entradas a la caja.
- Incluye una placa de continuidad a tierra para mayor protección RFI.

La forma de conexión al micro controlador PIC 16F877 esclavo se muestra en la Figura 36.

Figura 36. **Conexión del sensor de gas tóxico al controlador.**



Fuente. Catálogo de Drager Sensor (U.S.A., 2010)[111].

3. Sensores de movimiento infrarrojo (PIR)

El sensor PIR (Passive Infra Red), es un dispositivo piroeléctrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros.

Como respuesta al movimiento, el sensor cambia el nivel lógico de un “pin” de salida de 0 a 1. Este sensor es de bajo costo y tamaño, por lo que se utiliza en sistemas de alarma, iluminación y robótica.

Figura 37. **Sensor de movimiento (calor) PIR**



Fuente. Catálogo de Lighting Management.(2010)[112]

Características técnicas

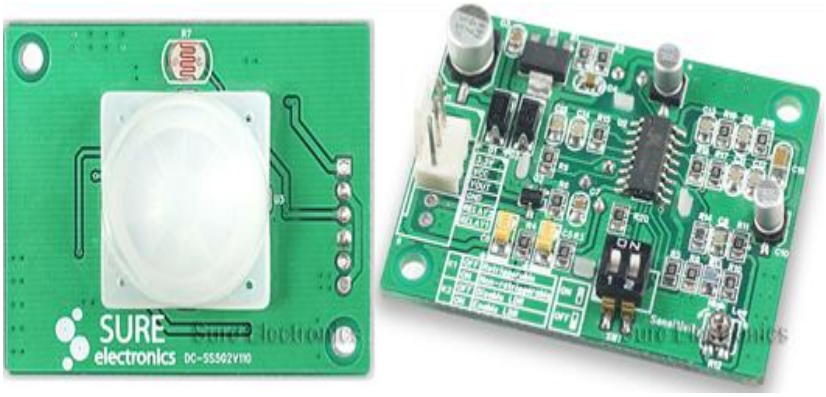
- Voltaje de alimentación: 5v DC
- Detección máxima de 6 mts.
- Estado en su salida TTL.
- Polaridad de salida seleccionable.
- Mínimo tiempo de calibración

El sensor PIR solo utiliza tres terminales, dos de alimentación y uno de datos que se conecta al microcontrolador, los que se describen a continuación:

Pin 1: Fuente de alimentación DC de 3.3v
Pin 2: Fuente de alimentación DC de 8v – 24v
Pin 3: Pin de salida.
Pin 4: GND
Pin 5: Pin de salida a relay 2
Pin 6: Pin de salida a relay 1

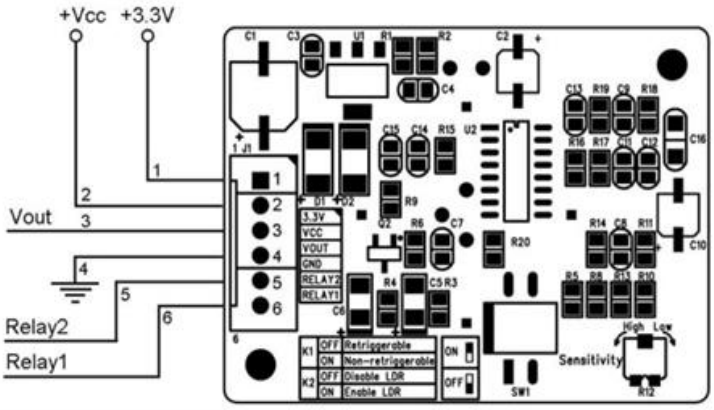
En nuestra implementación se utilizan los pines 2, 3 y 6 para la conexión del microcontrolador.

Figura 38. **Estructura del sensor PIR**



Fuente. Catálogo de Lighting Management.(2010)[112]

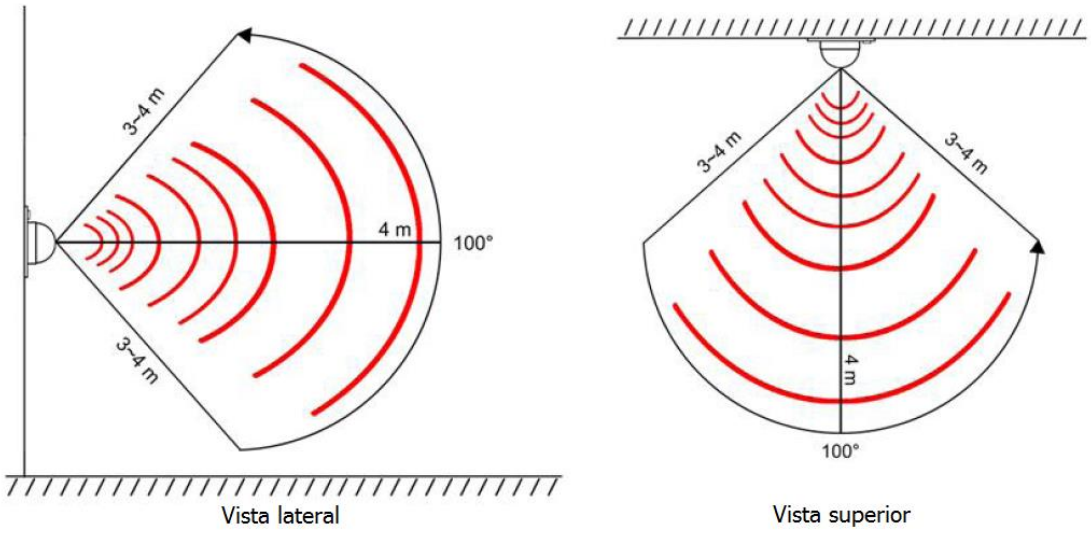
Figura 39. **Diagrama de pines del sensor PIR**



Fuente. Catálogo de Lighting Management.(2010)[112]

El rango de distancia de detección se muestra en la Figura 80. La vista tiene un ángulo de 100° de dirección.

Figura 40. **Diagrama de barrido del sensor PIR**



Fuente. Catálogo de Lighting Management.(2010)[112].

2.11 Glosario de términos

Accidente: Suceso que resulta en daño físico a las personas y/o propiedad. Generalmente involucra un contacto con una fuente de energía cuya potencia supera la capacidad limite de resistencia del cuerpo humano o de las estructuras.

Accidente de trabajo: Toda lesión que una persona sufra a causa o con ocasión de su trabajo y que le produzca incapacidad o muerte. .

Accidente con tiempo perdido (ACTP): como resultado de la evaluación médica se determina que el accidente no es leve y recomienda que el accidentado al día siguiente no asiste al trabajo y continúa el tratamiento.

Atención médica: Requiere tratamiento de un medico y/o esta mas alla del alcance de ayuda de primeros auxilios.

Base de datos: Elementos de información que deben tener almacenados con objeto de satisfacer las necesidades del proceso de información en una organización.

Causa-efecto: Reflejo de la acción entre un problema y sus posibles causas y proporcionan la oportunidad de desarrollarla, explorarla y analizarla.

Control: Sistema que permite modificar el comportamiento de otro sistema respecto a su libre funcionamiento.

Control inteligente: Control que utiliza técnicas tomadas de la inteligencia artificial.

Controlar: Acto de medir y registrar los resultados alcanzados por un agente del sistema organizacional en un tiempo y espacio determinados.

Criterio de evaluación: Referentes que se adoptan para establecer una cooperación con el objeto evaluado. En el caso de aprendizaje, suelen fijarse como criterios una serie de objetivos o competencias que el investigador debe alcanzar.

Cuasi-accidente: Acontecimiento cuya ocurrencia no arroja perdidas visibles o medibles; no obstante, si se repite bajo circunstancias un poco diferentes, puede terminar en accidente o en falla operacional.

Diagnóstico: Etapa de la consultoría en la cual se describe, sin evaluarse, la situación actual de una organización.

Diagrama de flujo: Esquema expresado por medio de símbolos y líneas que conectan entre si la estructura y secuencia general de operaciones de una actividad o programa o al sistema de procesamiento.

Eficacia: Capacidad de lograr objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo determinado.

Empresa: Unidad productora de bienes y servicios homogéneos para lo cual organiza y combina factores e producción.

Enfermedad profesional: Es la enfermedad causada de manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o muerte.

Evolución: Desarrollo de algo que le permite pasar de un estado a otro.

Fiabilidad: Cualidad de un elemento de tener un numero reducido de fallos.

Falla Operacional: Acontecimiento que sin haber causado daño físico a personas o a la propiedad, deteriora los resultados operacionales al afectar la cantidad, la calidad o los costos de producción.

Fatalidad: Acción donde la consecuencia de una lesión produce la muerte a una persona.

Flujo grama: Grafica que muestra el flujo y numero de operaciones secuenciales de un proceso o procedimiento para generar un bien o un servicio. Se aplica al diseño de procesos y procedimientos.

Herramientas (software): Programa que ayuda en la construcción de sistemas de proceso de información.

Hipótesis: Antecedente de una proposición condicional o hipotética. Enunciado que solo se puede probar por sus consecuencias.

Incidente: Es un acontecimiento no deseado que resulta o puede resultar, en deterioro de la eficiencia de la gestión de la empresa, amagando el logro de sus objetivos.

Inteligencia artificial: Conjunto de técnicas informáticas que emplean recursos hardware y software y que tratan de emular el modo como opera la mente humana.

Interface: Se refiere a un subsistema situado entre otros dos y que permite la comunicación entre ambos, el objetivo es adaptar la comunicación de datos entre ambos.

Microcontrolador: Circuito integrado que contiene los subsistemas de un sistema programable, y procesa señales digitales mediante programación.

Organización: Sistemas sociales que apuntan a un determinado fin

Organigrama: Es la representación grafica de la estructura formal de una organización, según división especializada del trabajo y niveles jerárquicos de autoridad..

Perdida: Es un costo no planificado resultado de un accidente o falla.

Peligro. Condición ó práctica que podría producir un accidente.

Primeros auxilios. Protocolos de atención de emergencia que se brinda a una persona que ha sufrido un accidente.

Prioridad: Criterio por el que se decide que actividad debe ejecutarse primero.

Procedimiento: Sucesión cronológica de operaciones concatenados entre sí, que se constituyen en una unidad de función a la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación. Todo procedimiento involucra actividades y tareas del personal determinación de tiempos de métodos de trabajo y de control para lograr el cabal, oportuno y eficiente desarrollo de las operaciones.

Proceso: Un conjunto de acciones integradas y dirigidas hacia un fin. Una acción continua u operación o serie de cambios o tareas que ocurren de manera definida. La acción y el efecto de continuar de avanzar, en especial del tiempo.

Riesgo: Es la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, con un impacto significativo en la planificación.

Salud: (Según la Organización Mundial de la Salud) Es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solo la ausencia de enfermedad ó dolencia.

Seguridad: Se define un sistema con característica de seguro cuando no se produce fallos ó estos no producen fallos.

CAPÍTULO 3

MÉTODOLOGÍA

3.1 Diseño de Investigación

Considerando las recomendaciones de Savant, (2008)[76], el tipo de investigación es explicativa y asimismo descriptiva; debido a que el modelo es descrito con los detalles necesarios y diseñado para la implementación del prototipo de prueba; asimismo se emplea el análisis del sistema modelado. Los proyectos descriptivos tienen como objetivo definir las características importantes de fenómenos, sistemas, circuitos, respuesta de procesos ó cualquier otro tipo de comportamiento de un sistema que sea sometido a pruebas, mediciones, para determinar ó evaluar aspectos de su funcionamiento enfocando especial atención de las variables sometido al análisis é investigación.

Asimismo, para la evaluación de los datos se considera la recomendación de Angulo, (2011)[7], quien, afirma que la estadística descriptiva, por lo general, describe datos y luego desarrolla un análisis estadístico para relacionar sus variables, es decir realiza análisis de estadística descriptiva para cada una de las variables y luego se describe la relación entre dichas variables.

Al aplicar en el proyecto, el método de la estadística descriptiva, se inicia del considerando de que hay una determinada realidad (índice de accidentalidad laboral), que resulta excesivamente elevado en nuestras empresas y, al mismo tiempo, relevante e importante para el país. El objetivo central de este proyecto es el desarrollo de un modelo electrónico

que se ajuste a la realidad de los hechos, los que deben ser dimensionados para generar eficiencia y confiabilidad en el sistema laboral de la empresa.

El desarrollo del método se estructura sobre el principio del cuestionamiento, la observación, cuyas formas lógicas permitan evaluar en prospectiva el desarrollo del modelo a describir. ¿Cómo se puede minimizar el índice de accidentalidad laboral? ¿Cómo se puede optimizar el costo-beneficio? ¿Qué es el factor de riesgo? ¿Qué ocurre al aplicar el modelo electrónico en las empresas? Sus modos típicos de aplicación o formas de trabajo típicos son las evaluaciones (cuantificaciones), observaciones (recolecciones de datos), las evaluaciones (planteamiento de sistemas de modelos que permiten representar eventos y factores de riesgos), las definiciones (identificación de dispositivos electrónicos por preferencia a un criterio de comportamiento), las comparaciones (determinación de semejanzas y diferencias o del grado de acercamiento a los estándares), etc. Las técnicas típicas del desarrollo varían según el enfoque epistemológico aplicado en el desarrollo del Proyecto de Investigación: mediciones por cuantificación aritmética ó estadística (enfoque empirista-inductivo), registros de base cualitativa (enfoque introspectivo-vivencial) ó construcción de estructuras empíricas mediante sistemas lógico-formales (enfoque racionalista-deductivo).

El proyecto es de tipo descriptivo, un buen porcentaje del diseño trata sobre el modelo del sistema electrónico; describe y estudia sobre los mecanismos de los sistemas electrónicos inteligentes que permitan obtener la minimización de los índices de accidentalidad laboral y asimismo la mejora del índice del factor costo-beneficio.

Runger, (2006)[75], indica que la Estadística Explicativa parte de descripciones suficientemente exhaustivas de una cierta realidad bajo

estudio y de la necesidad de conocer; porque ciertos hechos de esa realidad ocurren del modo descrito, es decir de la necesidad de encontrar ciertas relaciones de dependencia entre las fases de hechos que fueron formulados en la fase anterior de la secuencia. El objetivo central de esta investigación consiste por lo tanto en proveer modelo teórico experimental (explicativos) que permitan elaborar predicciones y retracciones dentro del área fáctica a la cual se refiere el modelo electrónico.

Considerando lo señalado por Savant, (2008)[76], el proyecto se estructura sobre la base de cuestionamientos, cuya forma lógica se orienta a interpretar la ocurrencia de una cierta clase de efectos (consecuentes), por mediación de otra clase de causas (antecedentes):

¿Qué factores inciden para que las empresas tengan ventajas competitivas en el mercado?
¿De qué aspectos depende que las empresas sean estables en el mercado?
¿Qué tipo de hechos condicionan la ocurrencia de sucesos que permitan alcanzar características de prosperidad empresarial?

El proyecto mediante sus actividades se basan en la formulación de hipótesis por comprobación o por derivación, las construcciones de sistemas interpretativos, etc. Sus técnicas típicas de trabajo varían según el enfoque epistemológico adoptado dentro de la investigación o dentro de la línea deducción y construcción de sistemas de razonamiento, enfoque racionalista-deductivo.

La investigación del tipo explicativa orienta el enfoque en dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significado dentro de una teoría de referencia, en el marco de leyes o generalizaciones que dan cuenta de

hechos, fenómenos o resultados que se producen en determinadas condiciones.

Dentro de la Investigación Científica, se trata del objeto, hecho, fenómeno o respuesta del sistema que ha de explicarse, es el problema que genera la interrogante que requiere una explicación. Para el caso de la presente investigación se requiere explicar según los resultados que solamente si se minimice el índice de accidentalidad laboral y se mejore el factor costo-beneficio alcanzando el optimo; el cual se contrasta según las encuestas y evaluaciones, entonces la empresa lo tiene como ventaja competitiva. En éste sentido, la explicación es siempre una deducción de una teoría que contiene afirmaciones que explican hechos particulares.

Considerando los aspectos Metodológicos y Teóricos mencionados se presenta a continuación el desarrollo de la investigación.

3.2 Unidad de Análisis

Es la entidad sobre el cual se realiza la adquisición de datos, el mismo está en función del enfoque definido, tipo de investigación, así como del planteamiento del problema a investigar y de los alcances del proyecto. La elección de la unidad de análisis determina la naturaleza del tratamiento estadístico que se le dará a los datos obtenidos.

En el presente proyecto, la unidad de análisis es la empresa de manufactura con sus trabajadores, sean éstos: personal directivo, empleados y obreros, es a ellos que estarán dirigidos los cuestionarios para la recopilación de la información.

3.3 Población de estudio

La población identificada está compuesta por las empresas de manufactura de la ciudad de Lima, tanto las pequeñas y medianas empresas, luego mediante la técnica de selección se define una muestra no probabilística que reúnan las características predefinidas que permitan realizar el análisis motivo de la investigación.

3.4 Tamaño y selección de la muestra

Para efectos de la presente investigación no se toma una muestra dado que las características del modelo no permiten hacer inferencias, el modelo es flexible y dinámico de tal forma que se puede adaptar a cualquier empresa y se puede desarrollar de acuerdo a los indicadores representativos con los cuales trabajan las diferentes empresas. La selección de las empresas es para los que reúnan los requisitos para la aplicación del modelo electrónico para la minimización del índice de accidentalidad laboral y optimización del factor costo-beneficio.

3.5 Técnicas de recolección, medición y procesamiento de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Siguiendo la metodología sobre las técnicas para construir instrumentos, se ha tomado nota del libro de Mejía E., (2002) y para la presente investigación se realiza la adquisición datos bajo la siguiente técnica que implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

La recolección de datos se efectúa con los siguientes instrumentos:

a. **Por Observación:** el investigador se incorpora al grupo observado
b. **Por Encuesta:** cuestionario estructurado, entrevistas grupales y grupos focales

En la primera etapa, como prueba experimental del proyecto se realiza sobre el sujeto de estudio a una empresa cuya identificación no se puede proporcionar a petición de la misma. Para obtener los indicadores propuestos, se ha considerado como informantes a los directivos, los empleados, los obreros, personal administrativo, ex gerentes, archivos de personal y a los clientes. Archivos de producción, documentación histórica de la empresa, otros archivos de información técnica.

3.5.2 Técnicas de evaluación de datos

Para la fundamentación con mayor precisión de las técnicas de evaluación, se hace necesario recurrir a los conceptos teóricos de la definición clásica del término, “evaluar”, que significa “asignar números a objetos y eventos de acuerdo a reglas”, ésta definición es más apropiada para las ciencias físicas, y que varios de los fenómenos que son evaluados se pueden caracterizar y modelar como objetos ó eventos, puesto que son abstractos.

Este análisis nos hace sugerir que es más adecuado definir la evaluación como **“el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos”,** proceso que se realiza mediante un plan explicito y organizado para clasificar los datos disponibles, este instrumento de evaluación juega un papel central para el presente proyecto de investigación, sin éste proceso no hay evaluaciones clasificadas.

Asimismo para la evaluación de la adquisición de datos reúne dos requisitos esenciales: confiabilidad y validez, que es el modelo que se ha diseñado para minimizar el índice de accidentalidad laboral y optimizar el factor costo-beneficio.

Las herramientas técnicas de evaluación que se utilizaran para el desarrollo del contraste e hipótesis será el Excel, que podrá explicar el nivel o grado de ventaja competitiva que tengan o no las empresas.

Para la evaluación también es necesario una previa selección que están estrechamente vinculadas tales como:

a) **La selección de un instrumento de evaluación**, el modelo diseñado será el principal instrumento válido y confiable para la evaluación del índice de accidentalidad laboral y la optimización del factor costo-beneficio, de lo contrario no podría basarse en sus resultados.

b) Selección de variables de interés, para aplicar dicho instrumento de evaluación, se han escogido las variables que generan confiabilidad e inducen eficiencia a la empresa porque estas son de interés para el proyecto.

c) Preparación de las evaluaciones obtenidas, para evaluar correctamente (a esta actividad se le denomina codificación de los datos).

3.5.3 Técnicas de Procesamiento de datos

Los datos han sido codificados y transferidos a una matriz, así como guardados en un archivo que son incorporados al programa computarizado SPSS y EXCEL con ello se realizan los gráficos, con precisiones porcentuales, ordenamientos, tablas, diagramas, esquemas, cuadros, etc. Lo necesario para describir y explicar los resultados obtenidos.

3.6 Análisis e interpretación de datos

En relación a la metodología definida para la presente investigación se tomó en cuenta las siguientes técnicas de análisis.

La Prueba de Hipótesis: permite al investigador determinar si la Hipótesis es consistente con los datos obtenidos en la muestra.
Si la Hipótesis es consistente con los datos, éste es retenido como un valor aceptable del parámetro.
Si la Hipótesis no es consistente con los datos, se rechaza (pero los datos no son descartados).

Los indicadores que se evalúan a través de las variables generadoras de confiabilidad laboral son realizados con la participación de cada una de los que conforman la empresa y cuyo objetivo es la minimización del índice de accidentalidad laboral, asimismo se identifican los indicadores tales como: indicadores de factores de riesgos, crecimiento e innovación, los indicadores de confiabilidad y los indicadores del factor costo-beneficio.

3.7 Hipótesis General

Se plantea una Hipótesis General en el marco, que la investigación trata de diseñar un modelo electrónico que minimice el índice de accidentalidad laboral y optimice el factor costo-beneficio de las empresas. Por lo tanto un diseño no requiere de Hipótesis específica.

Por lo que, la Hipótesis propuesta permitirá orientar el proceso de la investigación ya que es el enlace entre las teorías y modelos señalados en el marco teórico y la observación del comportamiento del índice de accidentalidad y optimización del factor costo-beneficio en las empresas o en este caso de la empresa de la prueba experimental, quedando entonces la siguiente hipótesis:

La minimización del índice de accidentalidad laboral y la mejora del factor costo-beneficio de las empresas están en función de la aplicación del modelo electrónico de sistema de arquitectura multisensorial para la supervisión y seguridad industrial

De la hipótesis planteada se derivaran los procedimientos para la obtención de empresas del Perú.
Los resultados pueden indicar que el índice de accidentalidad laboral es ventaja competitiva de las empresas y por lo tanto, confiabilidad y mejora del factor costo-beneficio de éstas empresas.

El contraste de hipótesis permite que los resultados de la investigación demuestren que el índice de accidentalidad laboral es ó no una ventaja competitiva en la empresa, ó son otros los factores que ahora predominan en las empresas del Perú.

3.8 Identificación de variables

Variable Independiente: TECNOLOGIAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, conformado por dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos programables con características de inteligencia artificial.

Variable Dependiente: NUMERO DE ACCIDENTES LABORALES, depende de la variable independiente.

3.9 Operacionalización de variables

Siguiendo la metodología explicado en el libro de (Mejía E. 1994), sobre la operacionalización de las variables, para la presente investigación se ha descrito y aplicado de la siguiente manera:
La variable independiente (Sistema de Arquitectura multisensorial) y los subsistemas que lo conforman son:

Hardware de Tecnologías de Inteligencia Artificial: Es el sistema físico constituido por los diferentes subsistemas (Dispositivos inteligentes, interfaces de comunicación, redes de datos y circuitos de soporte), que permiten desarrollar mediante procesamiento de señales, la actividad de supervisión y vigilancia confiable de la empresa.

Siendo los indicadores que permiten generar características de valor son:

- Nivel de inteligencia de dispositivos electrónicos
- Estandarización de componentes
- Velocidad de operación
- Capacidad de innovación

Software de Tecnologías de Inteligencia Artificial: Son los recursos del Software (Sistemas operativos, programas de redes de computadoras, programas de soporte para adquisición de datos de sensores, manejador de base de datos) necesarios para el funcionamiento óptimo del sistema desarrollado, Un eficiente software mejora la performance y confiabilidad del sistema.

Siendo los indicadores que permiten generar características de valor son:

- Nivel de funcionabilidad.
- Grado de confiabilidad.
- Nivel de usabilidad.
- Eficiencia porcentual.

Interfaz de usuario en Tecnologías de Inteligencia Artificial: Es el conjunto de recursos que permite interactuar el administrador de red con el sistema a nivel local o remoto, para facilitar la comunicación constante con la bases de datos del sistema multisensorial, lo cual permite a los directivos de la empresa estar actualizados “on line” con el sistema de supervisión industrial; así como para adoptar decisiones correctas en el menor tiempo.

Los indicadores que permiten generar características de valor al sistema son:

- Grado de eficacia.
- Nivel de satisfacción.
- Grado de seguridad.
- Calidad de servicio.

3.10 Matriz de Consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS	INFORMANTES	TECNICA DE PROCESAM. DE DATOS
¿Cómo formular un sistema de arquitectura multisensorial que permita minimizar el índice de accidentalidad laboral y mejorar el factor costo-beneficio?	**OBJ. GENERAL** Minimizar el índice de accidentalidad laboral a través del modelamiento de un sistema electrónico de supervisión y seguridad industrial. **OBJ. ESPECIFICOS** 1. Desarrollar el modelamiento de un sistema de supervision y seguridad industrial con tecnología de inteligencia artificial. 2. Optimizar la relación costo-beneficio en la seguridad industrial.	La minimización del índice de accidentalidad laboral y la mejora del factor costo-beneficio de las empresas estan en función de la aplicación del modelo del sistema de arquitectura multisensorial para la supervisión y seguridad industrial	**VAR. DEPEND.** Indice de accidentalidad laboral **VAR. INDEPEND.** Sistema de arquitectura multisensorial **FACTORES:** **HARDWARE** **SOFTWARE** **INTERFAZ DE USUARIO**	* Nivel de inteligencia de dispositivos. * Estandarización de componentes. * Velocidad de Operación. * Capac.de innovación. * Nivel de Funcionabilidad * Grado de Confiabilidad * Nivel de Usabilidad. * Eficiencia porcentual * Grado de eficacia * Nivel de satisfacción * Grado de seguridad * Calidad de servicio.	**Por Observación** El usuario se incorpora al grupo de observados. **Por encuesta** Uso de cuestionario, entrevistas grupales.	* Gerentes * Empleados * Obreros * Personal administrativo. * Ex-Gerentes * Archivo de personal. * Documentos históricos * Archivos varios.	Son procesados mediante programa de computadora SPSS y Excel y con ello se realizan los gráficos y con precisión porcentual, tablas, diagramas, resumenes, cuadros, etc. Prueba de Hipótesis cuyo resultado es la contrastación respectiva.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL MODELO DE ARQUITECTURA MULTISENSORIAL INTELIGENTE (MAMI)

4.1 Diseño del modelo MAMI

Según Angulo, (2011)[7], para realizar el diseño del sistema de arquitectura multisensorial aplicando tecnología de inteligencia artificial, en su etapa inicial es de vital importancia definir las prestaciones que deberá disponer en su operación; de modo que se puede evaluar las características: modelo de arquitectura a emplear, selección de “dispositivos inteligentes”, tipo de red de datos, dimensionamiento de interfaces, circuitería de soporte; para luego definir sus especificaciones eléctricas, mecánicas, térmicas, ambientales; asimismo se debe considerar la evaluación del soporte de software (Sistemas operativos, lenguajes de programación, recursos informáticos, programas de aplicaciones, entre otros); por lo que se deberá identificar los indicadores de selección. (Angulo, 2004).

Es evidente que existen diversidad de métodos de diseños para sistemas con características de “inteligencia artificial”, asimismo la evaluación de componentes según su tecnología de fabricación, prestaciones, velocidad de operación, nivel de instrucciones, sistemas operativos requeridos, nivel de comunicaciones, condiciones ambientales de operación, entre otros.; pero es importante elegir entre éstos métodos estructurados que propugnan las diferentes corrientes de diseño electrónico.(Angulo, 2011)[7].

Un diseño eficiente debe considerar todo lo relacionado con la optimización del sistema, y complementar con el contraste del factor costo-beneficio, además de las prestaciones que debe proporcionar su operación. Por lo tanto existe necesidad de definir los dispositivos inteligentes requerido, el tipo de arquitectura del sistema, evaluación del nivel de compatibilidad lógica y eléctrica, selección de plataformas de soportes de software, que tipos y cantidad de sensores a utilizar, metodología del proceso de la información obtenida por el subsistema de adquisición de datos.(Nelson, 2000).

Es importante definir los parámetros de selección y dimensionamiento de los dispositivos inteligentes, es recomendable considerar en la evaluación; que no existe un único modelo de diseño de la arquitectura multisensorial, la mayoría de los diseños actualmente están asociados a la estrategia del uso de los dispositivos electrónicos con niveles de inteligencia cada vez mejores, incorporados con circuitería de soporte con gran capacidad de memoria para almacenamiento de información (programas y/o datos) así como las funciones a realizar (sistemas embebidos), por lo que podemos afirmar que cada empresa define los parámetros e indicadores adecuados para establecer el diseño apropiado del sistema de arquitectura multisensorial inteligente.

4.1.1 Evaluación de dispositivos inteligentes.

El desarrollo de un sistema multisensorial con características de inteligencia artificial, es un diseño “Top-down”, por lo que será de vital importancia disponer los objetivos de la empresa, para identificar las arquitecturas, categorías, funcionalidades del diseño que se consideren necesarios y en forma complementaria para nuestro caso se deberá identificar los

factores de riesgo a considerar para el diseño. Considerando que para establecer el modelo electrónico se debe iniciar a partir de los objetivos, metas y prospectiva de la empresa así como de sus estrategias definidas.

La Tecnología de Inteligencia Artificial (IA) debe ser coherente con los objetivos de la empresa, de modo que el sistema diseñado para una empresa, varia su implementación respecto a otra empresa sin que exista compatibilidad con sus objetivos, estructura, requerimientos, necesidades, factores, dimensiones y propios indicadores, porque cada empresa presenta sus propias particularidades en organización, métodos de producción, misión, visión, perspectivas, entre otros; sin embargo el diseño de la arquitectura multisensorial considerando la adaptabilidad a diversas empresas se puede aplicar a cualquier empresa.

El proyecto propone un modelo electrónico del sistema de arquitectura multisensorial para minimizar el número de accidentes laborales, el cual está conformado por indicadores que generan estabilidad y confiabilidad laboral en la empresa. Los componentes que definen el diseño, en función a los requerimientos de cada empresa son el subsistema hardware, el subsistema software y el subsistema interfaz de usuario.

Para la evaluación del nivel de inteligencia del sistema multisensorial, se definen los siguientes considerandos de la empresa:

a) Misión y visión
b) Objetivos y metas
c) Prospectivas

d) Definición del nivel de inteligencia y especificaciones técnicas del sistema requerido
e) Establecimiento de los factores de riesgo
f) Definición de las características de zonas de riesgo
g) Determinación de especificaciones técnicas del sistema electrónico
h) Definición de opciones de supervisión local y/o remoto

Considerar excesivas prestaciones del sistema, puede resultar de mayor complejidad del diseño y asimismo elevar el costo de implementación. Por lo que, se plantea un modelo moderado y de bajo costo, con características optimas de eficiencia y confiabilidad, que permita según la realidad de la empresa minimizar el número de accidentes laborales, y mejorar el factor costo-beneficio; el cual es el objetivo fundamental del proyecto.

En el proceso de selección de la empresa para aplicar el diseño del prototipo del sistema de arquitectura multisensorial se han considerado los siguientes factores:

a) Definición del sector de empresas con elevado índice de accidentes, considerando su desarrollo y los objetivos de la empresa para identificar la posición en que se encuentra dentro el sector donde compite, evaluando sus fortalezas y debilidades.
b) Definición de los objetivos de la empresa
c) Establecimiento del nivel de inteligencia del sistema diseñado y la arquitectura del modelo
d) Identificación de los factores de riesgo
e) Definición de los factores de riesgo, según evaluación causa-efecto.

f) Evaluación del factor de costo-beneficio de la aplicación
g) Planteamiento del proceso de capacitación de personal e indicación de recomendaciones
h) Desarrollo de planes de acción para evitar accidentes
i) Realización de evaluación de confiabilidad y mejora de sistema según crecimiento.

4.1.2 Selección de los Indicadores de riesgo

Un aspecto importante en el tema del planteamiento del presente diseño es definir el concepto de “factor de riesgo”, éstos se identifican como información vital para definir el diseño estratégico, permite determinar todos los casos de posibles efectos de accidentes laborales, son más importantes que otros factores para conseguir optimizar la eficiencia del sistema. En síntesis estos factores de riesgo son criterios fundamentales que el diseño del sistema electrónico debe considerar para obtener un mejor nivel de confiabilidad y eficiencia el cual se traducirá en la minimización del número de accidentes laborales y mejorar el factor costo-beneficio.

En referencia al número de factores de riesgo a considerar, en el modelo electrónico, no existe una cantidad fija sin embargo el total de ellos no debe ser muy pequeña ni muy elevado, de forma que un bajo número de estos impida detectar correctamente la situación real del riesgo de accidentalidad laboral en la empresa, ni un número elevado de los factores de riesgo que dispersen los objetivos específicos del proyecto.

Asimismo, es otro factor importante la información de las fuentes que definen los factores de riesgo y las zonas de

riesgo, estas personas deben conocer la realidad de la empresa, además que se debe tener consideración que el número de informantes para determinar los factores y zonas de riesgo debe tener composición heterogénea en responsabilidades en la empresa a fin de garantizar un diagnostico ajustado a la realidad.

Por lo que, en la selección e identificación de las zonas de riesgo que han de considerarse para la supervisión se va a reflejar de un modo próximo a la realidad personal de una empresa. De modo que un factor de riesgo es el reflejo de un posible efecto en un accidente y puede ser decodificado como un elemento potencial de accidente laboral.

Por lo tanto, se interpreta que el grado de importancia es la correcta definición de los factores y zonas de riesgo en la empresa son de vital importancia para el diseño

4.1.3 Elaboración de cuestionario para evaluación

Para la evaluación previa de las variables consideradas en el proyecto, se procederá a elaborar un cuestionario; bajo los considerandos siguientes:

a) Planteamiento del cuestionario

En esta etapa del proceso se definen las características de los indicadores y las variables, en el que las características identificadas deben ser importantes que generen información confiable y que induzcan confiabilidad laboral a cualquier empresa, por lo que se debe tomar en consideración el planteamiento de las preguntas con

máxima claridad, más aun considerando que las instrucciones indican que el cuestionario es diseñado para evaluar cada uno de los indicadores de las variables consideradas en el proyecto.

b) Formato de respuesta

El formato de respuesta considerado es el denominado “Cheklist”, el cual consiste en solamente dos alternativas de respuesta “Si” o “No” a cada una de las preguntas del cuestionario, proporcionando una facilidad, para su aplicación y sencillez para obtener los resultados.

c) Instrucciones del cuestionario

En la redacción de las instrucciones a los cuestionarios deben ser breves, pero deben explicar el objetivo del cuestionario y proporcionar las instrucciones necesarias para comprender el cuestionario, asimismo se debe explicar el objetivo de la información de modo sencillo y fácilmente comprensible. También se debe informar cómo hay que completar las preguntas y explicar la escala definida.

d) Construcción del cuestionario

En el proceso de la construcción del cuestionario, se considera la selección de preguntas que se empleará, que en este caso en mención, es orientado a la determinación de los indicadores relacionados a los accidentes laborales, determinación de los índices de factores de riesgo, ambiente laboral, capacitación laboral, capacitación en casos de siniestros.

Se han considerado preguntas de acuerdo a experiencias de trabajo en empresas de manufactura, así como los que

han sido elaboradas por otros autores especialistas en el tema de detección de factores de riesgo de accidentes laborales, seleccionando aquellas que siendo sencillas, permiten obtener información confiable y representen el estado de la empresa en relación a los factores considerados en el proyecto.

(Los formatos de los cuestionarios se encuentran en los Anexos).

4.1.4 Selección de la empresa piloto para evaluación

Para la presente investigación se ha seleccionado una empresa de manufactura, considerando los siguientes factores:

a) Con alto nivel de índice de accidentalidad
b) Mediana empresa, con importante posición en el mercado nacional e internacional
c) Que presenta diversidad de procesos de producción para sus productos.
d) Que posee visión de prospectiva empresarial
e) Que tenga visión y aceptación a cambios tecnológicos
f) Que muestre interés en mejorar su posición en el mercado.

Con el objetivo de aplicar el modelo electrónico del sistema de arquitectura multisensorial, que permita comprobar su aplicación y validar el diseño, se ha considerado una empresa de manufactura de paneles publicitarios, cuya identidad solicita la empresa se mantenga en reserva, por razones de que no se difunda la situación actual en lo que ha seguridad industrial se refiere; sin embargo nos ha concedido que se pueda realizar evaluación de encuestas y cuestionarios, así como el permiso

para realizar la implementación y las pruebas del sistema (Hardware, Software e Interfaz del usuario), en dos estados: una evaluación previa (Estado Inicial) es el estado en que se encontró a la empresa y otra al finalizar las pruebas piloto (Estado Final) luego de un proceso de pruebas de la implementación y monitoreo del sistema durante doce meses, a fin de validar el diseño y obtener los datos obtenidos según el progreso de la supervisión realizada.

La empresa que se ha considerado, cuya razón social original, se ha omitido, por lo indicado, para el proyecto se le denominara “PANELES PUBLICITARIOS S.A.” por razones confidenciales solicitó que se denomine “PANEPUSA”. Esta empresa peruana que inicia sus actividades el año 1982, cuya actividad principal es la fabricación de carteles informativos para interiores y exteriores de salas de juego, casinos y centros comerciales, con toda la tecnología, infraestructura y talento humano para brindar producción de calidad a precios sin competencia, razón por el cual ha extendido su comercio atendiendo al mercado local peruano así como al extranjero, habiendo alcanzado como principal mercado los países de EEUU., México, Centro América y el Caribe, Colombia y Uruguay.

La empresa está organizado en:

a. Gerencia general.
b. Secretaria general
c. Departamento de administración
d. Departamento de contabilidad
e. Departamento de producción
    - Área de depósito de pinturas

- Área de Router
- Área de estructuras
- Área de electricidad
- Área de gabinetes
- Área de laminados
- Área de acrílicos
- Área de pintura
- Área de neones
- Área de carpintería

El departamento de administración se encuentra localizado en la misma planta de producción, lo que facilita a los administradores sus tareas de establecer, delegar y hacer cumplir con los planes de trabajo establecidos para determinado periodo. Esta área esta subdividida en las áreas de Planificación, Recursos humanos, Importación/exportación e imagen empresarial.

El departamento de contabilidad y finanzas son responsables por la planeación de venta de los productos, teniendo la gran responsabilidad de generar y diseñar estrategias de ventas y mercadeo necesarias para el cumplimiento de las metas establecidas por la administración, sin desentenderse de realizar un control y registro de las operaciones financieras, que permiten obtener información valiosa para la toma de decisiones.

El departamento de producción es el encargado de realizar el total de procesos a partir de las ordenes de pedidos con sus especificaciones, los diseños electrónicos, eléctricos, mecánicos, de fabricación de los productos, asimismo se

realizan las actividades de planeación y aprovisionamiento de los materiales necesarios para llevar a cabo la producción. En este departamento se efectúan la transformación de bienes, las inspecciones técnicas y controles referentes a la calidad de los productos, hasta las últimas etapas del proceso productivo que es el área de almacenado, completando los procesos de la fabricación en el marco de las especificaciones requeridas por los clientes.

A continuación se describe las diversas áreas que conforman el departamento de producción, los que serán las zonas consideradas para el monitoreo mediante el sistema de supervisión y seguridad industrial.

a) Área de diseño gráfico y Router, es el área en el cual se desarrollan los diseños por computadoras de los productos solicitados con órdenes de pedidos; es un área muy importante porque definen los modelos, especificaciones, dimensiones, perspectiva del producto a fabricar; para lo cual se emplean programas de diseño gráfico.

Figura 41. **Área de diseño gráfico y router**



Fuente. Elaboración propia

b) Área de estructuras, donde se realizan las pruebas de las especificaciones físicas del producto (dimensiones, tipo de material, características mecánicas), si no es aprobado el control de calidad retorna a las áreas de cartelería y gabinete.

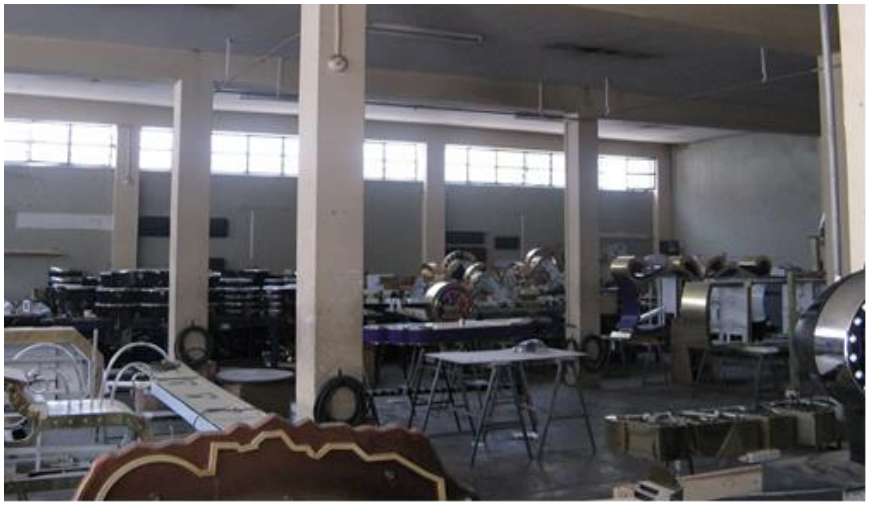
Figura 42. **Área de Estructuras.**



Fuente. Elaboración propia

c) Área de electricidad, donde se realiza el pre-montaje de las piezas de las hojas y letras, así como de todo el equipamiento eléctrico (Las piezas de neón son colocados aquí según diseño).

Figura 43. **Área de electricidad**



Fuente. Elaboración propia

d) Área de gabinetes, en el cual se realizan los procesos de soldadura y ensamblado de las láminas cortadas con sistema computarizado según diseño los cuales complementan la estructura del producto.

Figura 44. **Área de Gabinetes**



Fuente. Elaboración propia

e) Área de Laminados, en esta área se desarrollan las tareas de preparado de las láminas de metal, según la geometría, dimensiones y especificaciones requeridas.

Figura 45. **Área de laminados**



Fuente. Elaboración propia

f) Área de Acrílicos, en esta área son colocados las caras laminadas y/o vinil, en algunos casos con elementos de fibra de vidrio según requerimientos de diseño.

Figura 46. **Área de Acrílicos**.



Fuente. Elaboración propia

g) Área de pinturas, es la zona donde se realiza todo el proceso de pintura, por lo que es altamente susceptible a sustancias toxicas.

Figura 47. **Área de pinturas**



Fuente. Elaboración propia

h) Área de Neones, es en esta sección en donde se desarrollan la implementación de la instalación mecánica, eléctrica y pruebas de funcionamiento según requerimiento del cliente.

Figura 48. **Área de neones**



Fuente. Elaboración propia

a) Área de carpintería, en esta sección se desarrollan los trabajos de carpintería metálica, generalmente para la fabricación de estructuras, implementación de soportes y anclajes de los paneles.

Figura 49. **Área de carpintería**



Fuente. Elaboración propia

4.1.5 Análisis de situación actual de la empresa piloto

El presente análisis está fundamentado en la necesidad de plantear soluciones en materia de seguridad, dentro de los cuales se pueden identificar diversos aspectos negativos que se desea evitar y otros posibles que al identificar vulnerabilidades que puedan convertirse en accidentes que afecten la integridad de los trabajadores y de la empresa. Para la evaluación de la situación actual de la empresa se realizo una inspección respecto a la seguridad, el cual permitirá orientar a los directivos a fin de tomar decisiones el mismo que será un punto de partida para que la empresa tome las medidas pertinentes y se planifique una mejor situación en concepto de seguridad industrial.

Las razones son múltiples, a continuación se mencionan algunos factores que respaldan la necesidad de conocer la situación actual en materia de seguridad.

a) Confiabilidad y credibilidad de la empresa.
b) Posibles daños a la propiedad de la empresa.
c) Posibles problemas interpersonales.
d) Posibles ocurrencias de lesiones y daños al trabajador.
e) La capacitación y conocimiento de los empleados en materia de seguridad.
f) Detección de deficiencias en respuesta a inminentes incidentes derivados de las condiciones de seguridad actuales.

La recopilación de los datos necesarios para realizar un inventario de los hallazgos es a través de inspecciones y encuestas, en cada área del Departamento de Producción. Los resultados de las evaluaciones serán los indicadores para viabilizar la implementación del modelo electrónico en

concepto de seguridad que se formula para la empresa y se muestra a continuación:

Cuadro 7. **Evaluación del Área Depósito de Pintura**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL **FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES** **EMPRESA "PANEPUSA"**				
AREA :	DEPOSITO DE PINTURA E INSUMOS QUIMICOS		**CODIGO:**	01H
FECHA DE INSPECCION:	28 de Noviembre de 2011.			
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen bases sólidas?	X		4.80
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?	X		4.50
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?	X		3.33
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?		X	2.85
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?	X		3.50
	¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.50
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		3.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		3.75
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?	X		2.80
	PONDERACION DEL AREA			3.50
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		4.60
	¿Los conductores eléctricos están identificados?		X	1.20
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.50
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	1.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		4.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		4.50
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.20
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?		X	2.40
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?		X	2.80
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		3.40
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		4.40
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		4.80
	PONDERACION DEL AREA			3.15
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?	X		4.50
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?	X		3.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.50
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		3.50

¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		2.00
PONDERACION DEL AREA			3.10

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.50
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	2.00
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.20
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		2.00
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.40
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?		X	1.00
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.20
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	0.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	0.50
PONDERACION DEL AREA			1.18
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		3.00
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?		X	2.50
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?	X		3.00
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.50
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		4.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?		X	1.50
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	2.00
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?	X		2.50
PONDERACION DEL AREA			2.50
F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?		X	1.40
¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	0.80
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	0.80
¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		0.50
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?		X	0.50
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	0.50
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.20
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.40
PONDERACION DEL AREA			0.89

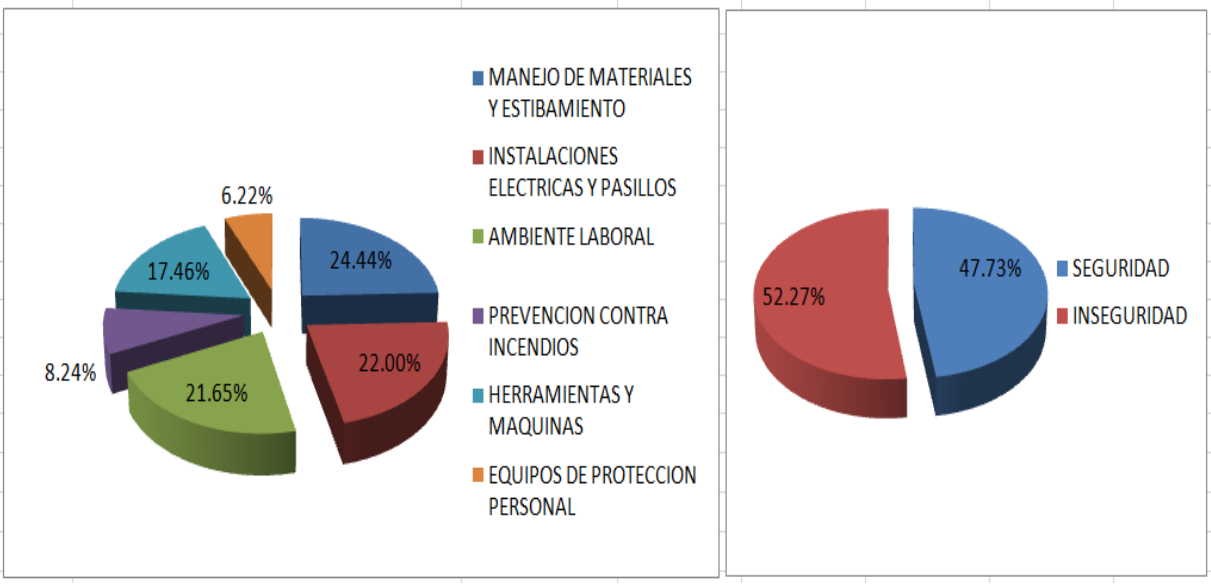
Fuente. Elaboración propia

Cuadro 8. **Resumen de evaluación del Área Depósito de Pintura**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL			
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES			
EMPRESA "PANEPUSA"			
	DEPOSITO DE PINTURA E INSUMOS	**CODIGO:**	
AREA :	QUIMICOS	01H	
FECHA DE INSPECCION:	28 de Noviembre de 2011		
	RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA		
	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.50	24.44%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	3.15	22.00%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.10	21.65%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.18	8.24%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.50	17.46%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	0.89	6.22%
	SEGURIDAD	14.32	47.73%
	INSEGURIDAD	15.68	52.27%
POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)			

Fuente. Elaboración propia

Figura 50. **Síntesis de evaluación en área depósito de pintura**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 9. **Evaluación del Área de Router**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ROUTER **CODIGO:** 02H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen base sólida?	X		5.00
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.50
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	3.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		4.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		3.80
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?			
	PONDERACION DEL AREA			3.78
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		1.50
	¿Los conductores están identificados?		X	1.20
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	0.50
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.20
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	2.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios		X	2.20
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?		X	1.50
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	1.00
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	2.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			1.93
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?	X		5.00
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?	X		4.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.00

	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		4.50
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		4.00
	PONDERACION DEL AREA			3.90

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	0.50
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	0.50
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		2.20
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.20
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		2.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.00
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.14
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		5.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	1.00
	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00
	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		2.50
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	1.20
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.20
	PONDERACION DEL AREA			2.36
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
	¿Se utiliza casco protector?		X	1.20
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.40
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?	X		2.50
	¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		2.50
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	0.50
	PONDERACION DEL AREA			1.64

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 10. **Resumen de evaluación del Área de Router**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ROUTER **CODIGO:** 02H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

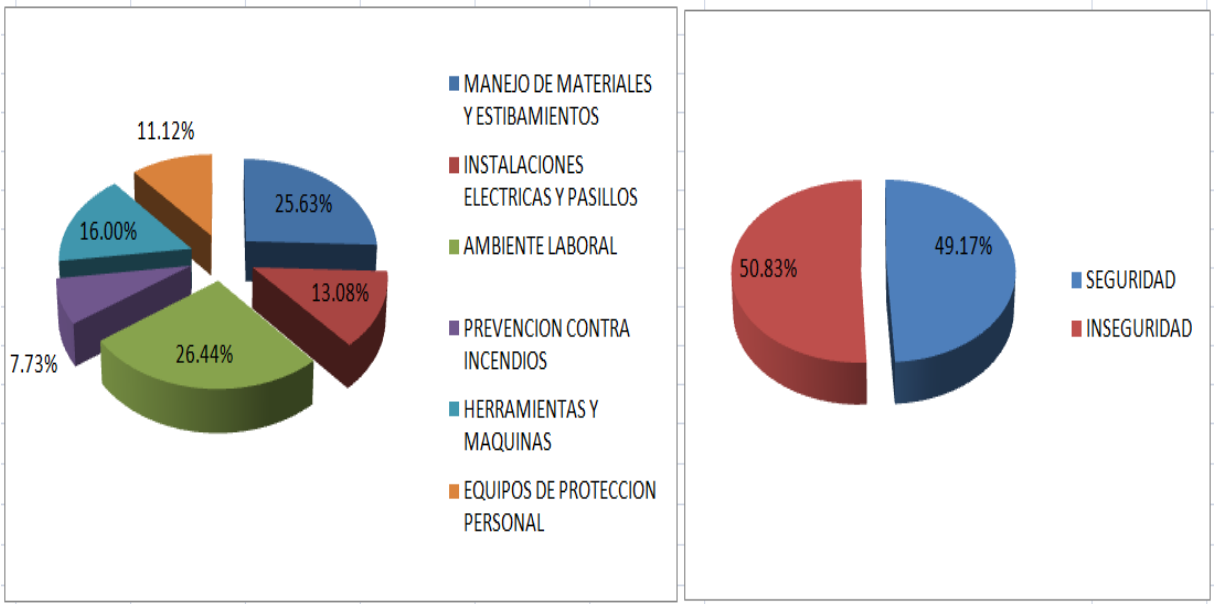
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.78	25.63%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	1.93	13.08%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.90	26.44%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.14	7.73%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.36	16.00%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.64	11.12%
	SEGURIDAD	14.75	49.17%
	INSEGURIDAD	15.25	50.83%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia.

Figura 51. **Síntesis de evaluación en área de Router**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 11. **Evaluación del Área de Estructuras**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL **FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES** **EMPRESA "PANEPUSA"** **AREA :** ESTRUCTURAS **CODIGO:** 03H **FECHA DE INSPECCION:** 28 de Noviembre de 2011			
A) MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
¿Tienen base sólida?	X		5.00
¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?	X		4.00
¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?	X		3.50
¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.00
¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	2.00
¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.00
¿Están identificados los materiales que se manipulan?		X	1.40
¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		3.00
¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	1.50
PONDERACION DEL AREA			3.04
B) INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?		X	1.20
¿Los conductores están identificados?		X	1.50
¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.00
¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	2.20
¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.80
¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		4.00
¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	2.00
¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.50
¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?		X	2.50
¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		3.00
¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		3.50
¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?		X	0.50
PONDERACION DEL AREA			2.56
C) AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
¿Es cordial?	X		5.00
¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	1.00
¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		3.00
¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		4.00
PONDERACION DEL AREA			3.00

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	0.00
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	0.00
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.00
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		2.50
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.00
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		2.50
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.00
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?	X		0.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	0.00
PONDERACION DEL AREA			0.90
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.50
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.00
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	2.00
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?	X		3.00
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?		X	2.00
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?	X		2.80
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			2.79
F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?		X	1.20
¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.20
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		2.50
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		2.50
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.20
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			1.45

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 12. **Resumen de evaluación del Área de Estructuras**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ESTRUCTURAS **CODIGO:** 03H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

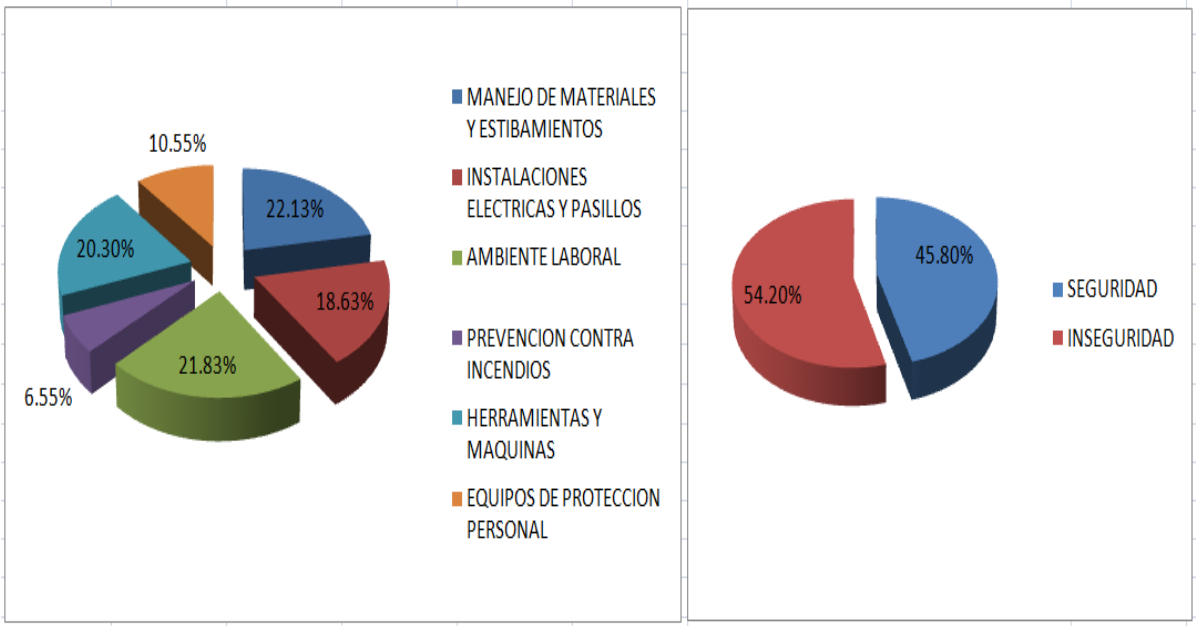
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.04	22.13%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.56	18.63%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.00	21.83%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	0.90	65.50%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.79	20.30%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.45	10.55%
	SEGURIDAD	13.74	45.80%
	INSEGURIDAD	16.26	54.20%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia.

Figura 52: **Síntesis de evaluación en área de Estructuras**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 13. **Evaluación de Área de Electricidad**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL **FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES** **EMPRESA "PANEPUSA"** **AREA :** ELECTRICIDAD **CODIGO:** 04H **FECHA DE INSPECCION:** 28 de Noviembre de 2011			
A) MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
¿Tienen base sólida?	X		5.00
¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?		X	3.00
¿Existen procedimientos para manejo de materiales?	X		3.50
¿Se utilizan equipos de protección personal?	X		3.00
¿Están identificados los materiales que se manipulan?		X	2.00
¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		3.50
¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	3.00
PONDERACION DEL AREA			3.50
B) INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		1.50
¿Los conductores están identificados?		X	1.00
¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		2.50
¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	1.50
¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.80
¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		2.50
¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.00
¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		2.00
¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		3.00
¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	2.00
¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		2.00
PONDERACION DEL AREA			2.15
C) AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
¿Es cordial?	X		4.00
¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?	X		2.50
¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?	X		1.50
¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		2.00
¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		3.00
PONDERACION DEL AREA			2.60

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	2.00
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.50
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.20
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.80
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		3.00
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	2.00
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?		X	2.50
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	0.50
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?	X		1.00
PONDERACION DEL AREA			1.65
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		1.50
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		1.50
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	1.80
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	2.00
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		2.50
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	1.60
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			1.86
F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		0.50
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		0.50
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.50
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			0.94

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 14. **Resumen de evaluación del Área de Electricidad**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ELECTRICIDAD **CODIGO:** 04H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

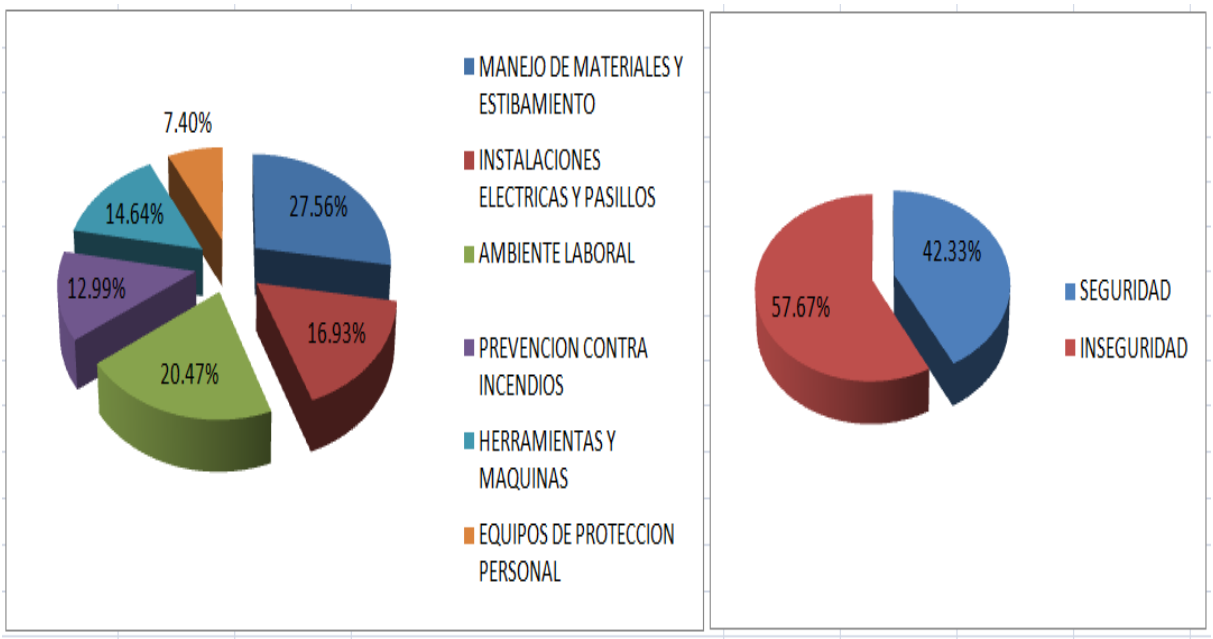
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.50	27.56%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.15	16.93%
C)	AMBIENTE LABORAL	2.60	20.47%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.65	12.99%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	1.86	14.64%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	0.94	7.40%
	SEGURIDAD	12.70	42.33%
	INSEGURIDAD	17.30	57.67%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia.

Figura 53. **Síntesis de evaluación en área de Electricidad**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 15. **Evaluación del Área de Gabinetes_1**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL **FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES** **EMPRESA "PANEPUSA"** **AREA :** GABINETES_1 **CODIGO:** 05H **FECHA DE INSPECCION:** 28 de Noviembre de 2011				
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen base sólida?	X		5.00
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	1.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		4.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?		X	1.50
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	1.50
	PONDERACION DEL AREA			2.88
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		1.00
	¿Los conductores están identificados?		X	1.00
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	0.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?		X	2.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	3.00

¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	2.00
¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		3.00
¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	2.00
¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	2.00
¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		4.00
PONDERACION DEL AREA			3.25
C) AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
¿Es cordial?	X		5.00
¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.00
¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		2.00
¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		3.00
PONDERACION DEL AREA			2.80

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.50
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.00
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?		X	1.00
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.00
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		2.00
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.00
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	0.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	0.00
PONDERACION DEL AREA			0.95
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.50
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.60
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	1.00
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		3.00
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?	X		2.00
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			2.51
F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?	X		2.00

¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección visual?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		1.00
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?	X		2.00
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	2.00
PONDERACION DEL AREA			1.38

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 16. **Resumen de evaluación del Área de Gabinetes_1**

Fuente. Elaboración propia

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : GABINETES_1 **CODIGO:** 05H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

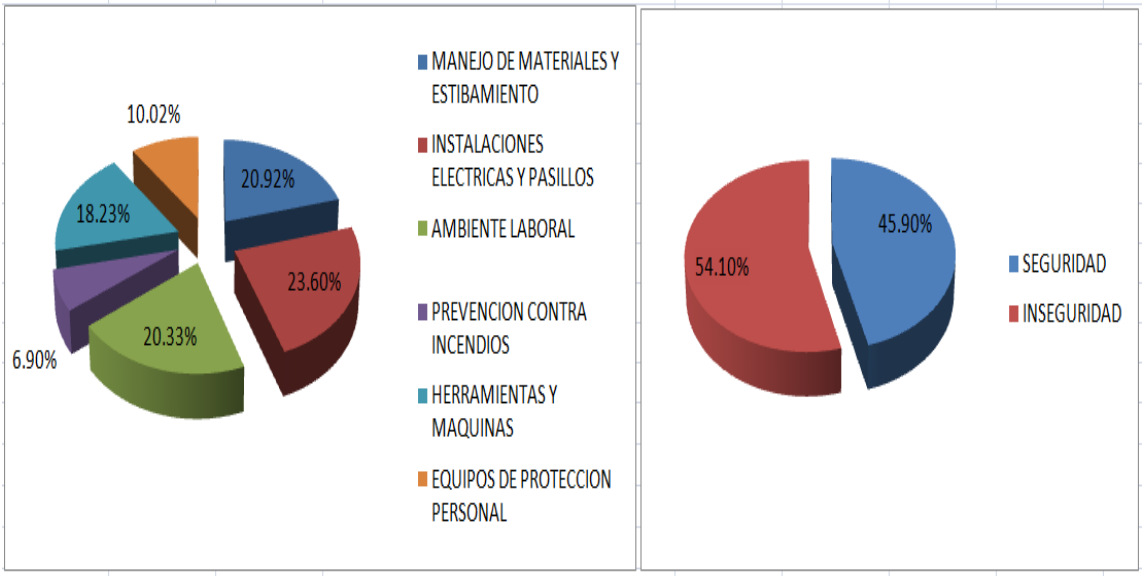
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA		Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS		2.88	20.92%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS		3.25	23.60%
C)	AMBIENTE LABORAL		2.80	20.33%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS		0.95	6.90%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS		2.51	18.23%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	11.08%	1.38	10.02%
		SEGURIDAD	13.77	45.90%
		INSEGURIDAD	16.23	54.10%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 54. **Síntesis de evaluación en área de Gabinetes_1**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 17. **Evaluación de Área de Gabinetes_2**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL **FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES** **EMPRESA "PANEPUSA"** **AREA :** GABINETES_2 **CODIGO:** 06H **FECHA DE INSPECCION:** 28 de Noviembre de 2011			
A) MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
¿Tienen base sólida?	X		4.50
¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		4.50
¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.50
¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	2.00
¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	2.00
¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		3.00
¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?		X	1.00
¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			2.81
B) INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		3.00
¿Los conductores están identificados?		X	1.00
¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.00

¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	0.00
¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?		X	2.00
¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	3.00
¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.00
¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		3.00
¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	2.00
¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	2.00
¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		3.00
PONDERACION DEL AREA			2.16
C) AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
¿Es cordial?	X		5.00
¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	3.00
¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.00
¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		3.00
¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		3.00
PONDERACION DEL AREA			3.20

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.50
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	2.00
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?		X	2.00
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.00
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		3.00
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.00
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	0.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	0.00
PONDERACION DEL AREA			1.25
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.50
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.50
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	2.00
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		3.00
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?	X		2.00
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			2.62

F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?	X		3.00
¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección visual?		X	1.00
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		2.00
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?	X		2.00
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			1.50

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 18. **Resumen de evaluación del Área de Gabinetes_2**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : GABINETES_2 **CODIGO:** 06H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

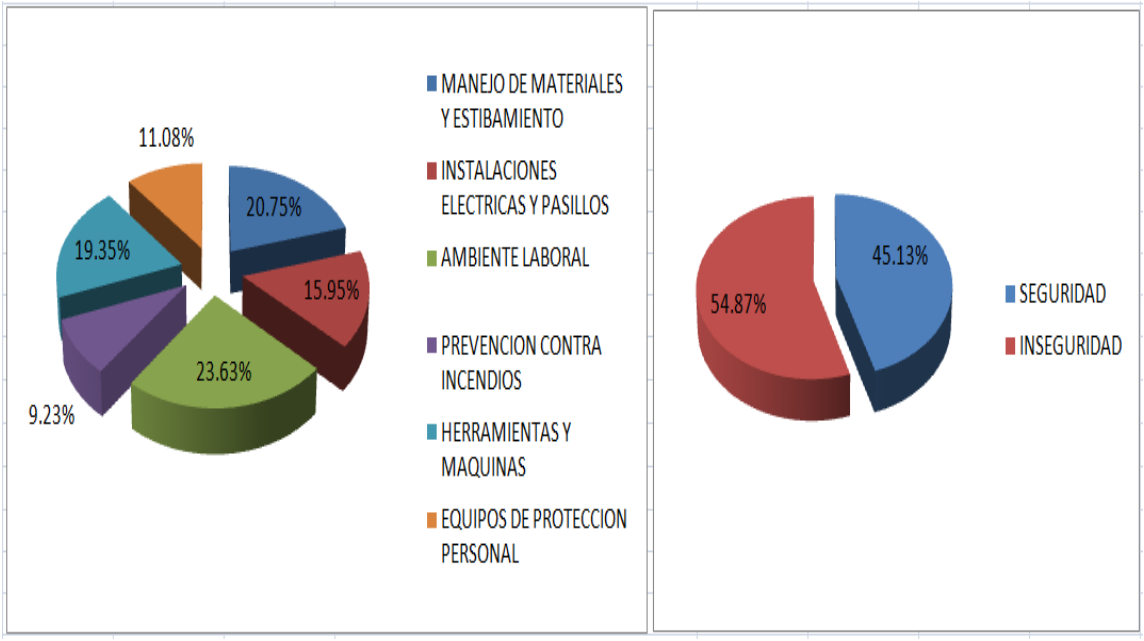
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA		Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS		2.81	20.75%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS		2.16	15.95%
C)	AMBIENTE LABORAL		3.20	23.63%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS		1.25	9.23%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS		2.62	19.35%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	11.08%	1.50	11.08%
		SEGURIDAD	13.54	45.13%
		INSEGURIDAD	16.46	54.87%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 55: **Síntesis de evaluación en área de Gabinetes_2**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 19. **Evaluación de Área de Laminados_1**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : LAMINADOS_1 **CODIGO:** 07H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A) MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
¿Tienen base sólida?	X		5.00
¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		4.40
¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		3.00
¿Existen procedimientos para manejo de materiales?	X		1.50
¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.00
¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		4.00
¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		5.00
¿Hay señalizaciones para manipular materiales?			
PONDERACION DEL AREA			3.41
B) INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?			

¿Los conductores están identificados?			
¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		3.00
¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?	X		2.50
¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.50
¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	2.00
¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.50
¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		2.00
¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	1.00
¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		2.00
¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?		X	1.00
PONDERACION DEL AREA			2.15
C) AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
¿Es cordial?	X		4.50
¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?	X		3.00
¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		3.00
¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		5.00
PONDERACION DEL AREA			3.50

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	0.00
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?	X		0.00
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		1.00
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	2.00
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		2.00
¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.50
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	2.00
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?	X		2.00
PONDERACION DEL AREA			1.25
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.00
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?		X	2.00
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	2.00
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		4.00
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	1.00

	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			2.38
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
	¿Se utiliza casco protector?	X		4.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?		X	1.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?	X		0.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.75

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 20. **Resumen de evaluación del Área de Laminados_1**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : LAMINADOS_1 **CODIGO:** 07H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

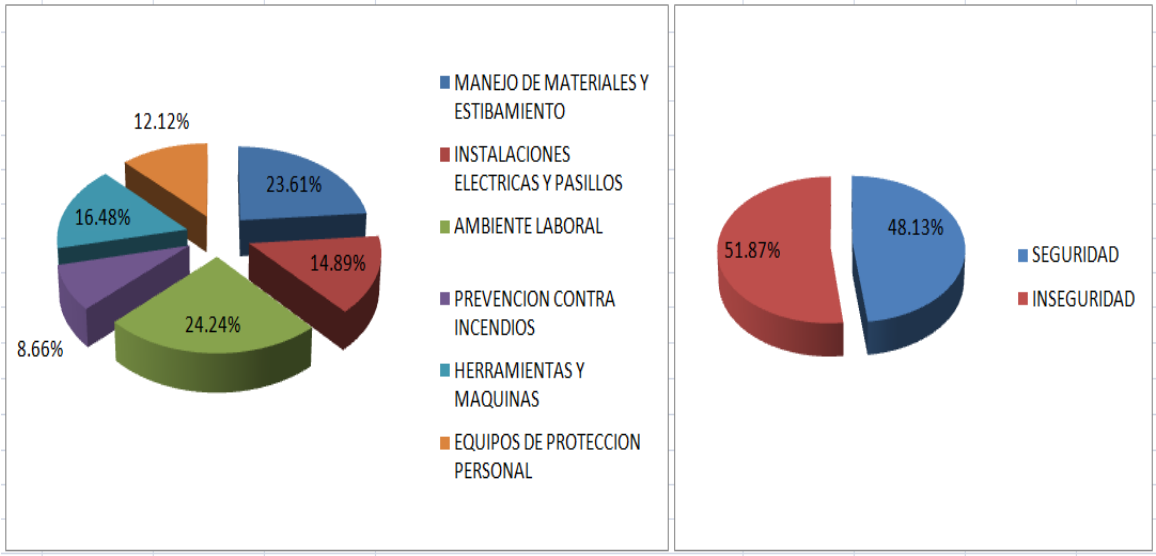
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.41	23.61%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.15	14.89%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.50	24.24%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.25	8.66%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.38	16.48%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.75	12.12%
	SEGURIDAD	14.44	48.13%
	INSEGURIDAD	15.56	51.87%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 56: **Síntesis de evaluación en área de Laminados_1**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 21. **Evaluación de Área de Laminados_2**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : LAMINADOS_2 **CODIGO:** 08H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen base sólida?	X		4.00
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		3.50
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		3.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?	X		1.50
	¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	1.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		4.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		4.00
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	2.00
	PONDERACION DEL AREA			2.88

B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?			
	¿Los conductores están identificados?			
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		4.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?	X		2.50
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.50
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	2.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.50
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		2.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	2.00
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		3.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			2.45
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?	X		4.50
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?	X		3.00
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		2.00
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		4.00
	PONDERACION DEL AREA			3.10

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?	X		1.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		2.00
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	2.00
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		3.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	1.50
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			1.55
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?		X	2.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	2.00
	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00
	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		4.00

	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		4.00
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	1.00
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			2.63
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
	¿Se utiliza casco protector?	X		4.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		2.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?		X	1.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?	X		0.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.63

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 22. **Resumen de evaluación del Área de Laminados_2**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : LAMINADOS_2 **CODIGO:** 08H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

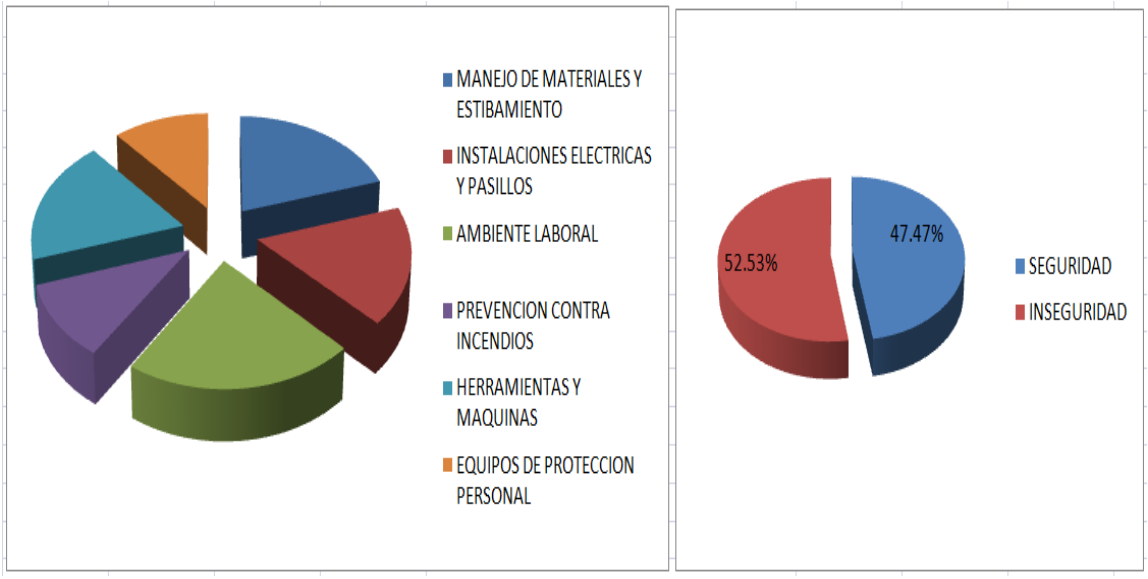
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	2.88	20.22%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.45	17.21%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.10	21.77%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.55	10.88%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.63	18.47%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.63	11.45%
	SEGURIDAD	14.24	47.47%
	INSEGURIDAD	15.76	52.53%

POND: EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 57. **Síntesis de evaluación en área de Laminados_2**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 23. **Evaluación de Área de Acrílicos**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ACRILICOS **CODIGO:** 09H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen base sólida?	X		5.00
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		3.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	3.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?			
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		1.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?	X		3.00
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?		X	3.00

	PONDERACION DEL AREA			3.29
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		1.50
	¿Los conductores están identificados?		X	1.00
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		2.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	1.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		1.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		2.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		3.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		2.50
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	1.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			1.75
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?	X		5.00
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?	X		3.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.00
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		4.00
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		5.00
	PONDERACION DEL AREA			3.80

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	2.00
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	2.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?		X	1.00
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	2.00
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?	X		3.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	3.00
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	2.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.80
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		5.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?		X	3.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	3.00
	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	2.00

	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		3.00
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	1.00
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	2.00
	PONDERACION DEL AREA			2.75
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
	¿Se utiliza casco protector?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?	X		2.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?		X	2.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	2.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	2.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	3.00
	PONDERACION DEL AREA			1.80

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 24. **Resumen de evaluación del área de Acrílicos**

Fuente. Elaboración propia

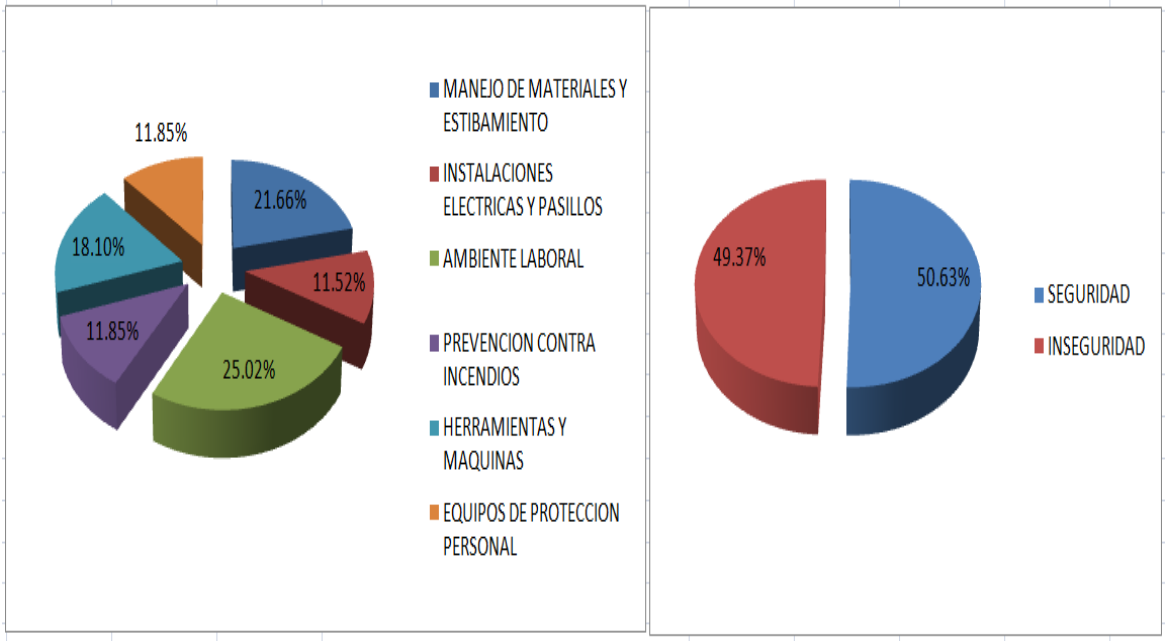
SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : ACRILICOS **CODIGO:** 09H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.29	21.66%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	1.75	11.52%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.80	25.02%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.80	11.85%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.75	18.10%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.80	11.85%
	SEGURIDAD	15.19	49.17%
	INSEGURIDAD	14.81	50.83%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 25. **Evaluación de Área de Pintura**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : PINTURA **CODIGO:** 10H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderac
	¿Tienen base sólida?	X		4.50
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		4.50
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		3.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	1.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?	X		3.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		4.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?		X	2.00

	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			3.13
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderac
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		1.50
	¿Los conductores están identificados?		X	0.50
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		4.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	1.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		3.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?		X	3.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?	X		4.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?		X	1.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?		X	1.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		3.00
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		3.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			2.25
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderac
	¿Es cordial?	X		5.00
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	2.00
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		3.00
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		5.00
	PONDERACION DEL AREA			3.40

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderac
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	0.00
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.50
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		3.00
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?	X		4.00
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?		X	2.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?		X	2.00
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.75
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderac
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	1.00

	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?	X		3.00
	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?		X	1.00
	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?		X	2.00
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	2.00
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			2.25
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderac
	¿Se utiliza casco protector?	X		1.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?	X		1.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?	X		2.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?	X		2.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		3.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.50

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 26. **Resumen de evaluación del área de Pintura**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : PINTURA **CODIGO:** 10H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

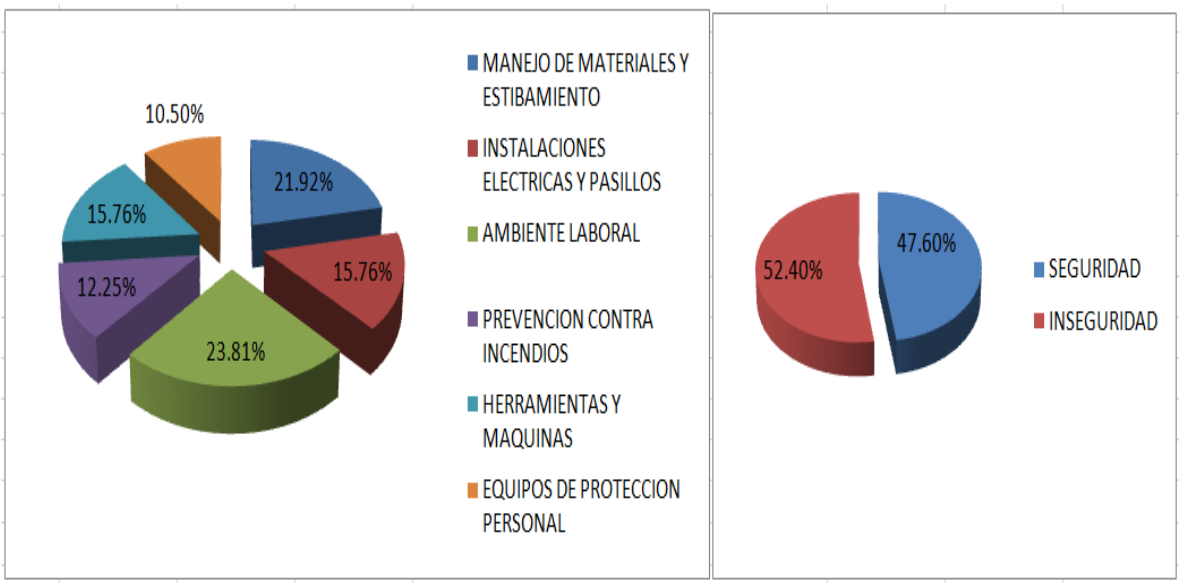
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.13	21.92%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.25	15.76%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.40	23.81%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.75	12.25%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.25	15.76%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.50	10.50%
	SEGURIDAD	14.28	47.60%
	INSEGURIDAD	15.72	52.40%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 59: **Síntesis de evaluación en área de Pintura**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 27. **Evaluación de Área de Neones**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : NEONES **CODIGO:** 11H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderac
	¿Tienen base sólida?	X		4.50
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		4.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	4.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?		X	2.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		3.50
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?		X	2.50
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			3.44

B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderac
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		2.00
	¿Los conductores están identificados?		X	1.00
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		4.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?	X		3.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		4.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		3.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		3.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?		X	2.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?	X		3.00
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?		X	2.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			2.42
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderac
	¿Es cordial?	X		4.00
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	2.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	3.00
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		4.00
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			3.20

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderac
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?		X	1.00
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?		X	1.00
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?	X		2.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?		X	1.00
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.00
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?		X	1.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?	X		2.00
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.20
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderac
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		5.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		5.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	1.00
	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	1.00

	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		3.00
	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?		X	1.00
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?	X		3.00
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			2.75
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderac
	¿Se utiliza casco protector?	X		4.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?	X		3.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		3.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?		X	1.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?			
	PONDERACION DEL AREA			1.38

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 28. **Resumen de evaluación del área de Neones**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : NEONES **CODIGO:** 11H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

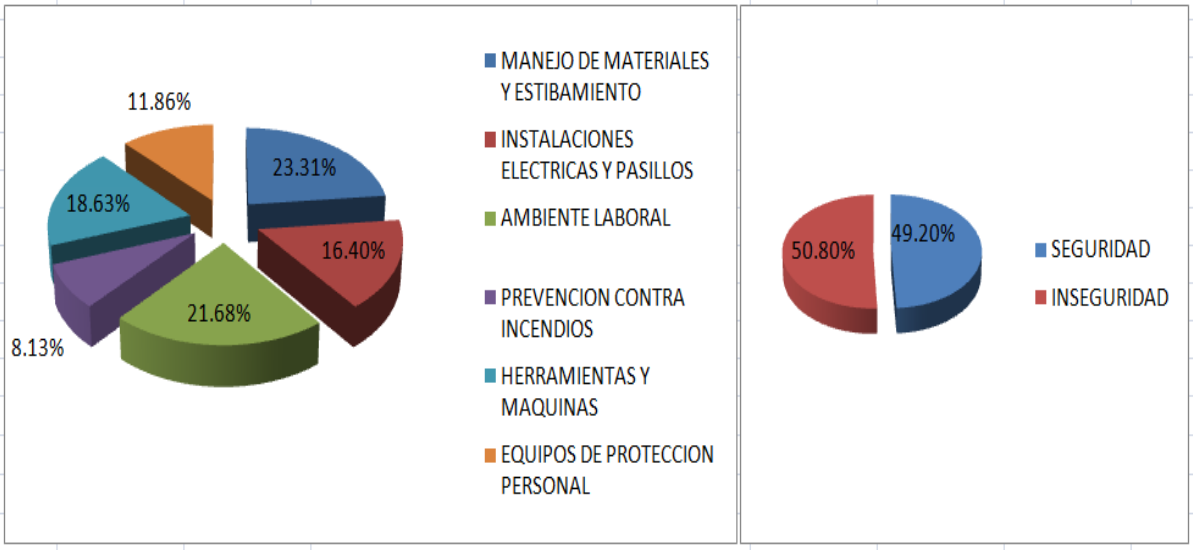
RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.44	23.31%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	2.42	16.40%
C)	AMBIENTE LABORAL	3.2	21.68%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	1.2	8.13%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.75	18.63%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.75	11.86%
	SEGURIDAD	14.76	49.20%
	INSEGURIDAD	15.24	50.80%

POND : EXCELENTE (5); MUY BUENO (4); BUENO (3); REGULAR (2); MALO (1); MUY MALO (0)

Fuente. Elaboración propia

Figura 60: **Síntesis de evaluación en área de Neones**



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 29. **Evaluación del Área de Carpintería**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : CARPINTERIA **CODIGO:** 12H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen base sólida?	X		5.00
	¿Están bien dispuestos verticalmente?	X		5.00
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?	X		4.00
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?		X	2.00
	¿Se utilizan equipos de protección personal?	X		3.00
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?	X		3.00
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?		X	1.00
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?	X		4.00
	PONDERACION DEL AREA			3.38
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?	X		5.00
	¿Los conductores están identificados?	X		4.50

	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?	X		4.00
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?		X	2.00
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?	X		4.00
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?	X		3.00
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?		X	1.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?	X		2.00
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?	X		3.00
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?		X	2.00
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?	X		3.00
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?		X	4.00
	PONDERACION DEL AREA			3.13
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?	X		5.00
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?		X	1.00
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?		X	1.00
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?	X		4.00
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?	X		3.00
	PONDERACION DEL AREA			2.80

D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?	X		3.00
	¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?	X		3.00
	¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?	X		3.00
	¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?		X	1.00
	¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?	X		3.00
	¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?		X	1.00
	¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?		X	1.00
	¿Se utiliza equipos de protección personal?	X		3.00
	¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?		X	1.00
	¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?	X		2.00
	PONDERACION DEL AREA			2.10
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
	¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?	X		4.00
	¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?	X		4.00
	¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?		X	2.00
	¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?		X	2.00
	¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?	X		1.00
	¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?	X		3.00
	¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?		X	2.00
	¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?		X	2.00

	PONDERACION DEL AREA			2.50
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
	¿Se utiliza casco protector?	X		4.00
	¿Se utiliza equipo de protección de cara?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección auditiva?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección visual?		X	1.00
	¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?	X		3.00
	¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?	X		3.00
	¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?		X	1.00
	¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?		X	1.00
	PONDERACION DEL AREA			1.88

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 30. **Resumen de evaluación del área de Carpintería**

Fuente. Elaboración propia

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : CARPINTERIA **CODIGO:** 12H
FECHA DE INSPECCION: 28 de Noviembre de 2011

RESUMEN DE RESULTADOS DEL AREA

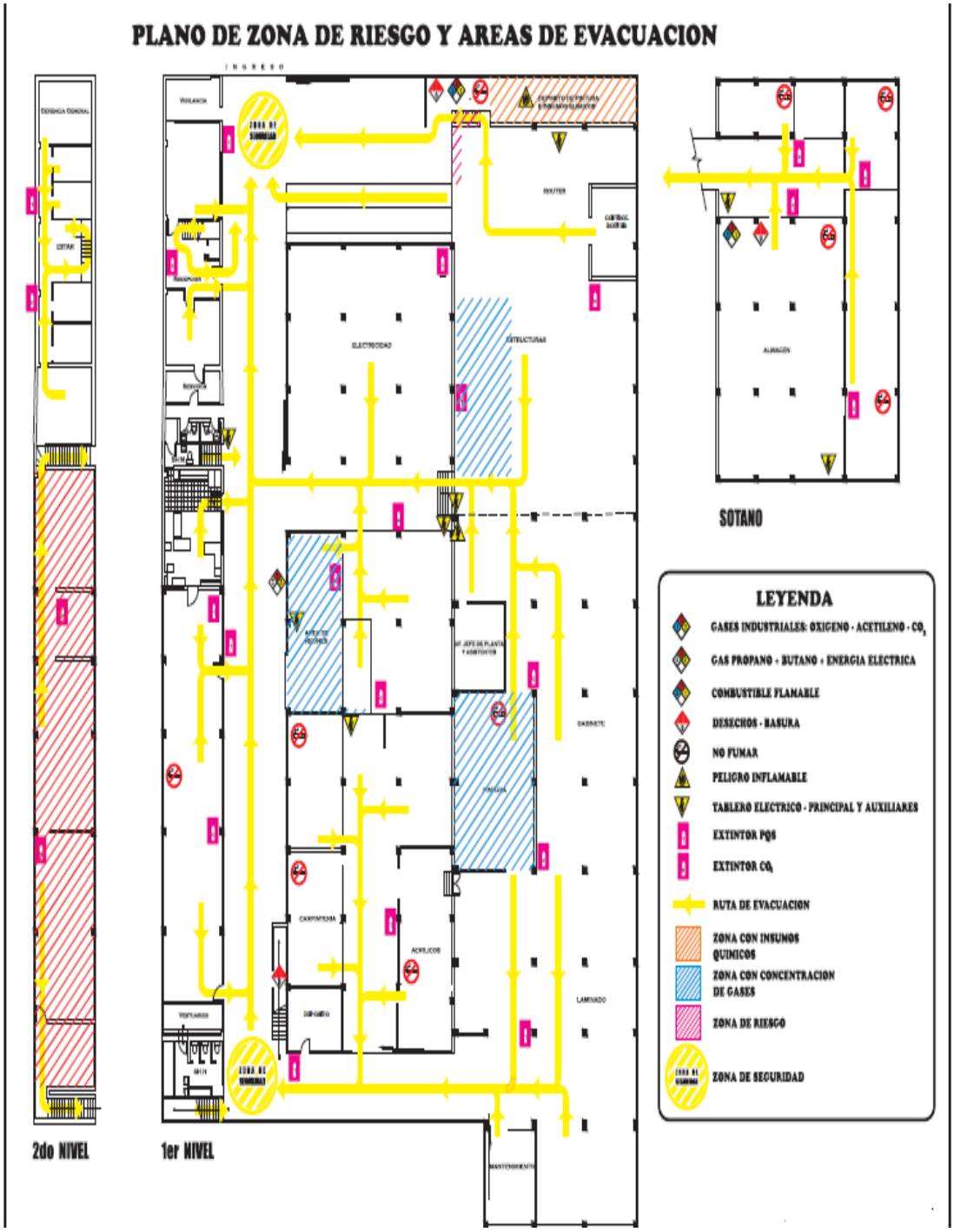
	DESCRIPCION DEL AREA	Ponderación	Porcentaje
A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	3.38	21.41%
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	3.13	19.82%
C)	AMBIENTE LABORAL	2.80	17.73%
D)	PREVENCION CONTRA INCENDIOS	2.10	13.30%
E)	HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	2.50	15.83%
F)	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	1.88	11.91%
	SEGURIDAD	15.79	52.63%
	INSEGURIDAD	14.21	47.37%

Fuente. Elaboración propia

Fuente. Elaboración propia

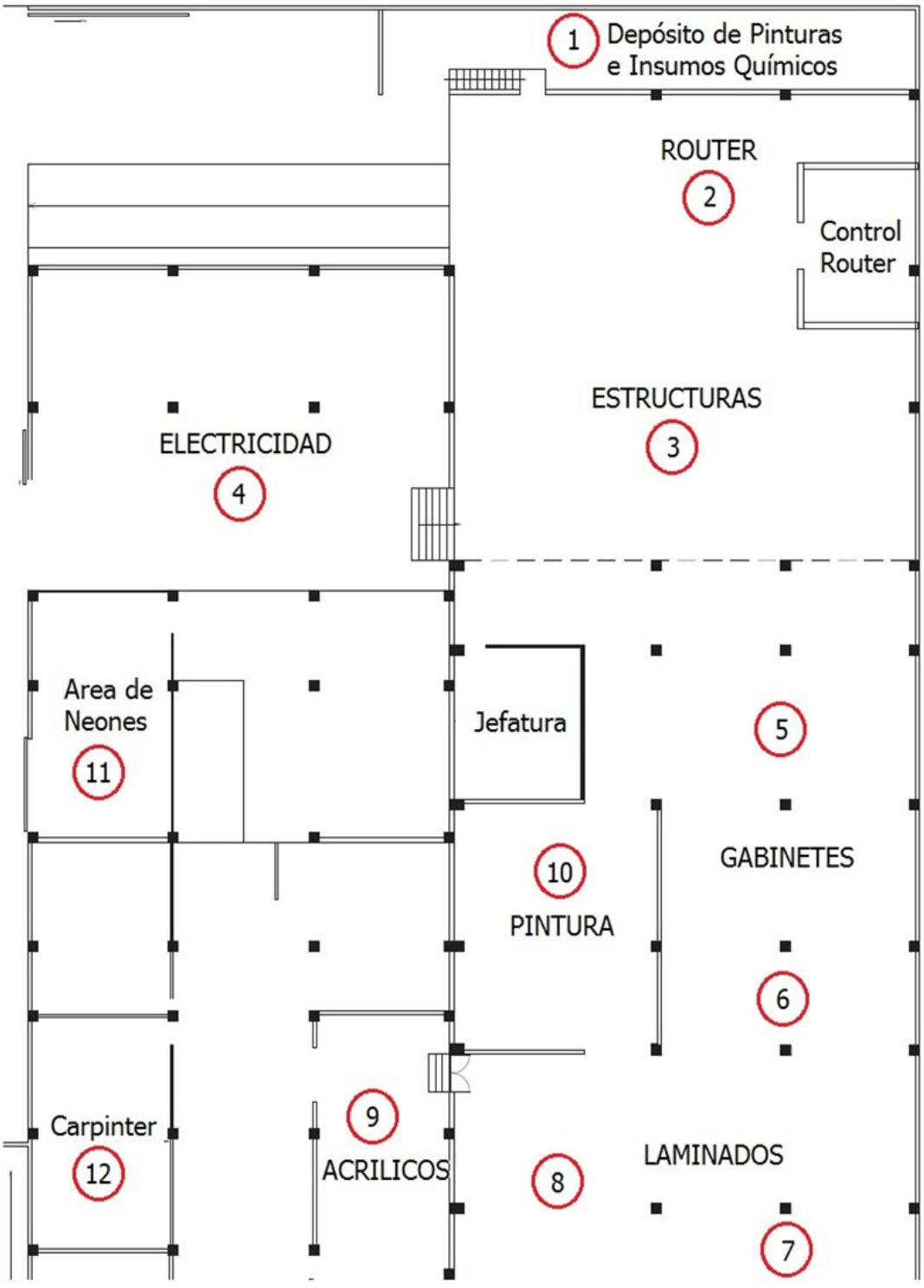
4.1.6 Detección de zonas de riesgo

Figura 62: Zonas de riesgo y áreas de evacuación



Fuente. Elaboración propia

***Figura 63*: Zonas detectadas con riesgos potenciales**



Fuente. Elaboración propia

4.1.7 Diseño de la red de datos basado en el estándar RS-485

Luego del análisis de las zonas de riesgo, se procede a definir la ubicación de los circuitos de supervisión y los sensores a controlar por cada uno de ellos. Así tenemos:

a) En el depósito de pinturas e insumos químicos se define:(Esclavo: 01H)

Monitoreo con: Sensor de Humo (02 unidades), Sensor de gas toxico (01 unidad).

b) En el área de Router se define: (Esclavo: 02H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (02 unidades).

c) En el área de Estructuras se define:(Esclavo: 03H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades).

d) En el área de Electricidad se define (Esclavo: 04H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad), Sensor de movimiento (1 unidad).

e) En el área de Gabinetes_1 se define: (Esclavo: 05H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad), Sensor de movimiento (01 unidad).

f) En el área de Gabinetes_2 se define: (Esclavo 06H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad), sensor de movimiento (01 unidad).

g) En el área de Laminado_1 se define: (Esclavo: 07H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad).

h) En el área de Laminado_2 se define: (Esclavo: 08H)

Monitoreo con: Sensores de Humo (04 unidades), Sensor de gas toxico (01 unidad).

i) En el área de Acrílicos se define: (Esclavo: 09H)

Monitoreo de: Sensor de Humo (02 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad).

j) En el área de Pintura se define (Esclavo: 0AH)

Monitoreo de: Sensor de Humo (02 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad), Sensor de movimiento (01 unidad)

k) En el área de Neones se define:(Esclavo: 0BH)

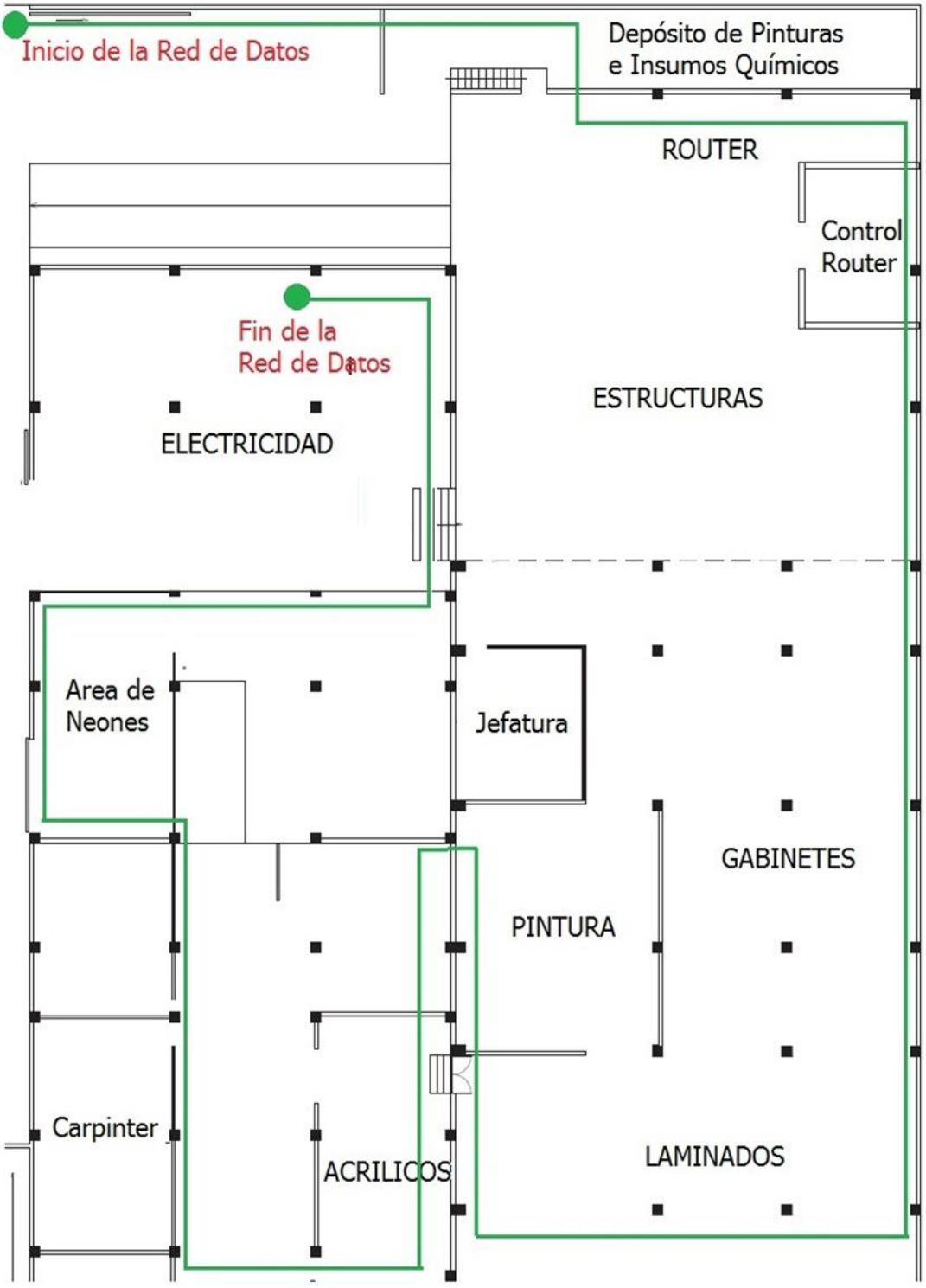
Monitoreo de: Sensor de Humo (4 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad), Sensor de movimiento (01 unidad)

l) En el área de Carpintería se define: (Esclavo: 0CH)

Monitoreo de: Sensor de Humo (02 unidades), Sensor de gas tóxico (01 unidad).

Para interconectar todos los sensores instalados en los circuitos de monitoreo de las doce (12) áreas de producción de la empresa se implementa la red industrial de datos RS-485, utilizando cable UTP categoría 5E como se muestra en la siguiente Figura 64.

Figura 64. **Red de datos para supervisión industrial**



Fuente. Elaboración propia

4.1.8 Prestaciones del sistema MAMI

Para el presente proyecto, se plantea un sistema de supervisión industrial utilizando una estructura constituida por un computador y una red de microcontroladores con procesamiento de inteligencia artificial interconectados mediante una red industrial de comunicaciones basadas en el estándar RS-485, cuyas prestaciones son los siguientes:

a) El sistema realiza la supervisión permanente durante las 24 horas del día, los 365 días del año, obteniendo en tiempo real la información de los potenciales factores de riesgo generados en las diversas áreas mediante un sistema multisensorial (sensores de humo, gas tóxico, movimiento).
b) Permite prevenir los efectos a producir, que son pueden ser traducidos en accidentes laborales; los que son reportados con la información mediante procesadores inteligentes ubicados en cada Área de Producción de la empresa (Esclavos) y éstos a su vez reportan la información a un Computador Central de la red (Servidor) para registrar en la Base de Datos todos los eventos registrados en el Área de Producción de la Empresa (Riesgo detectado, área monitoreada, fecha y hora de registro).
c) Los sensores al detectar la presencia de factor de riesgo en el Área y con tiempos programables en sistema (Típico 5 segundos), emite señal de alarma acústica y luminosa lo cual representa un aviso de alarma para realizar el desalojo del Área.
d) En acción simultánea de la señal de alarma, el sistema permite realizar la apertura de la red de alimentación de potencia para los sistemas que alimenta a los equipos de

potencia (Sierras eléctricas, cortadoras, fresadoras, equipos de control numérico), para prevenir la expansión de los riesgos y daños personales y de los equipos y máquinas.

e) Permite registrar los eventos detectados de los factores de riesgo manifestados en cada una de las 12 Áreas supervisadas, los que mediante un software administrador de base de datos SQL desarrollado en la plataforma de Java permite registrar los factores de riesgo detectados, el día y la hora del suceso, almacenando en una base de datos residente en el Computador Central (Servidor de archivos).

f. El Computador Central (Servidor) permite tener el control del sistema de supervisión y seguridad industrial inteligente y de la información del sistema en modo actualizado en tiempo real de los sucesos que acontecen en la actividad realizado por los subsistemas “Esclavos” los que realizan la función de detección de los factores de riesgo y son registrados en la Base de Datos del Sistema. Con opción de que computadores interconectados en red al “Servidor” también pueden tener el atributo de visualizar la información almacenada en la Base de datos del sistema.

g. Opcionalmente, extendiendo la ventaja del sistema, se permite disponer la función de que mediante atributo del sistema, se realice la interconexión del sistema de supervisión y seguridad industrial a las organizaciones de emergencia (Estación de Policía, Estación de Bomberos, Clínicas u hospitales) para brindar el apoyo al personal de la empresa en casos de extrema emergencia ó para registrar los sucesos.

h. La ventaja se extiende con el atributo de que se puede configurar el sistema para tener acceso al sistema desde

cualquier computador desde cualquier país del mundo mediante las ventajas que representa la comunicación de las diversas capas de internet.

Todo el sistema interconectado mediante la red RS-485 en un protocolo de comunicaciones en Tipo Bus de la capa de modelo OSI.

4.1.9 Características del sistema inteligente

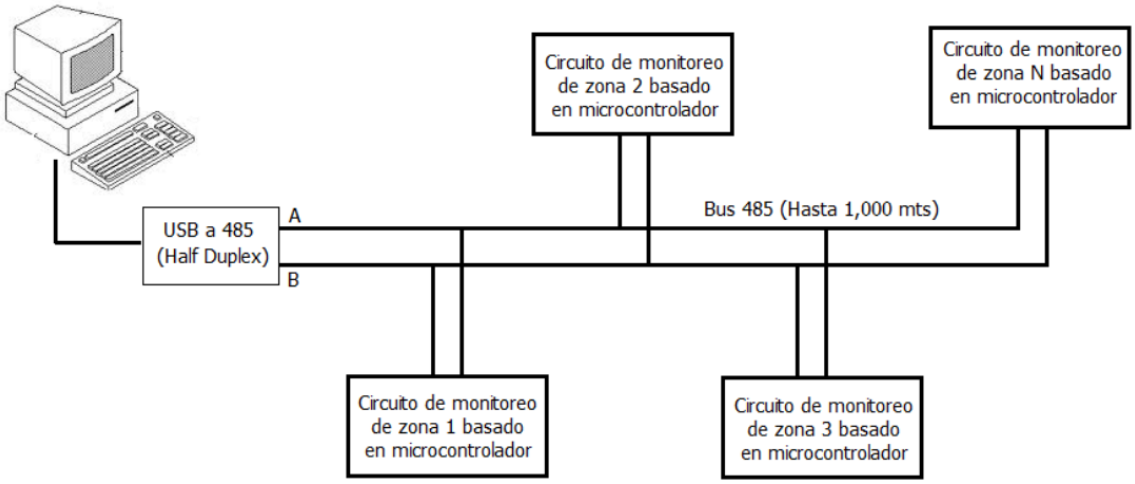
La red industrial basado en el RS-485 es un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, seleccionado para la transmisión sobre grandes distancias y ambientes con alto nivel de ruido.

Las ventajas de utilizar una red del tipo RS-485, son los siguientes:

a. Longitud de Enlace: Permite alcanzar hasta 1,200 mts. (4,000 pies) de longitud, comparado con RS-232 que tiene límites típicos de 15 a 30 mts. (50 a 100 pies).
b. Velocidad de Transmisión: Alcanza el nivel de 10 Mbits/seg.
c. Capacidad de interconexión: Posee una interface multi-enlace con la capacidad de administrar múltiples transmisores y receptores con una alta impedancia receptora. El máximo número de puertos que puede administrar es un máximo de 256 puertos.
d. Bajo costo: Es un sistema de interconexión relativamente económico, debido a los dispositivos (circuitos integrados) de comunicación son de bajo costo y utilizan una sola fuente de alimentación (+5V). En contraste con el RS-232 que en algunos casos requieren fuentes de alimentación

eléctrica dobles para alimentar los dispositivos de comunicaciones e interfaces.

Figura 65: **Diagrama de bloques del sistema propuesto.**



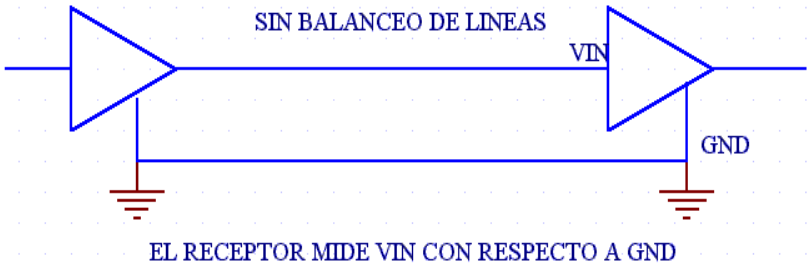
Fuente. Elaboración propia.

4.1.10 Característica eléctrica de Líneas de transmisión.

La razón por el cual el protocolo RS-485 puede transmitir a largas distancias, es porque utiliza la técnica de balanceo de líneas de transmisión, mediante el cual cada señal tiene dedicados un par de cables, sobre uno de ellos se encuentra un nivel de voltaje y en el otro se encuentra su complemento; de este modo el receptor responde a la diferencia entre los dos voltajes.

A continuación se muestra la característica de línea no balanceada, el cual presenta baja inmunidad al ruido menor de 0.4 Voltios.

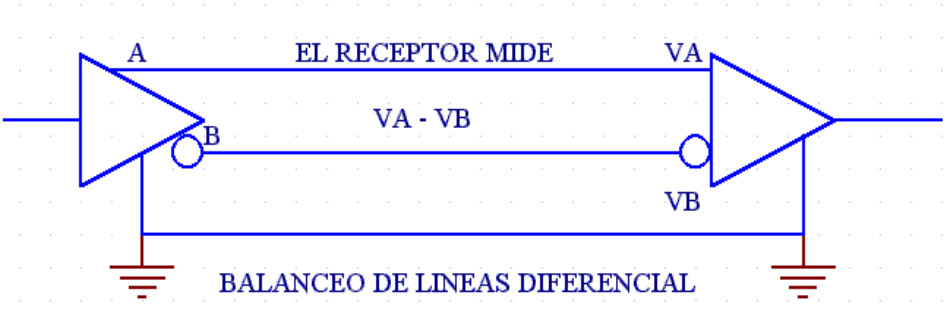
Figura 66. ***Línea no balanceada***



Fuente. Líneas de Transmisión (Schneider)[80]

Asimismo comparativamente, se muestra la característica de línea balanceada, el cual presenta una alta inmunidad al ruido (1 Voltio); y en el RS-485 a estas dos líneas se designan como A y B. En el controlador del transmisor TX, una entrada alta TTL causa que la línea sea positiva (+) que la línea B, mientras un bajo en la lógica TTL causa que la línea M sea más positiva (+) que la línea A. Por otra parte en el controlador de Recepción RX, si la entrada A es mas positiva que la entrada B, la salida lógica TTL será “1” y si la entrada B es mas (+) que la entrada A, la salida lógica TTL será un “0”.

Figura 67. **Línea balanceada**

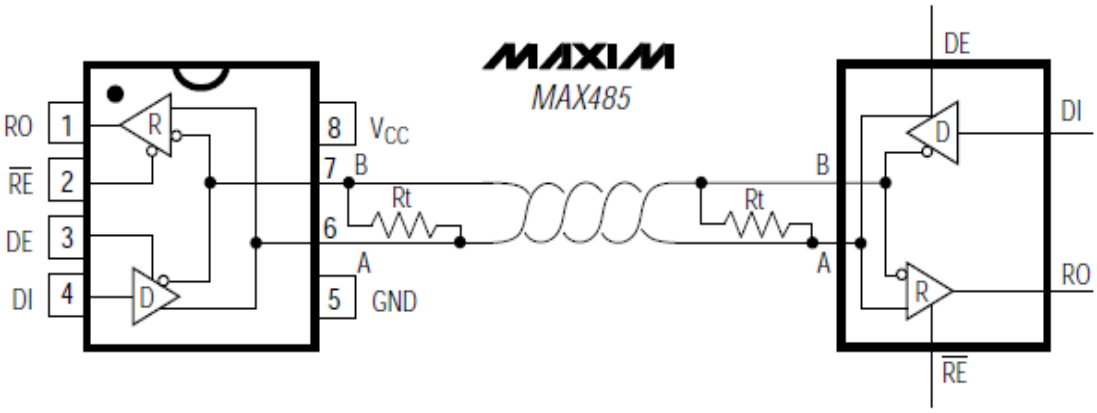


Fuente. Líneas de Transmisión (Schneider)[80].

El dispositivo utilizado en el diseño de la red industrial de comunicación tipo Bus es el MAX485, este dispositivo es un “Transceiver” de bajo consumo de potencia. Cada dispositivo contiene un transmisor y un receptor, alcanzando velocidad de comunicación de hasta 2.5 Mbps.

Estos dispositivos consumen entre 120 uA a 500 uA de corriente de alimentación cuando se habilita ó deshabilitan los drivers. Adicionalmente cuando no están trabajando ninguno de los dos el consumo de corriente es solamente 0.1 uA, este dispositivo trabaja a +5V.

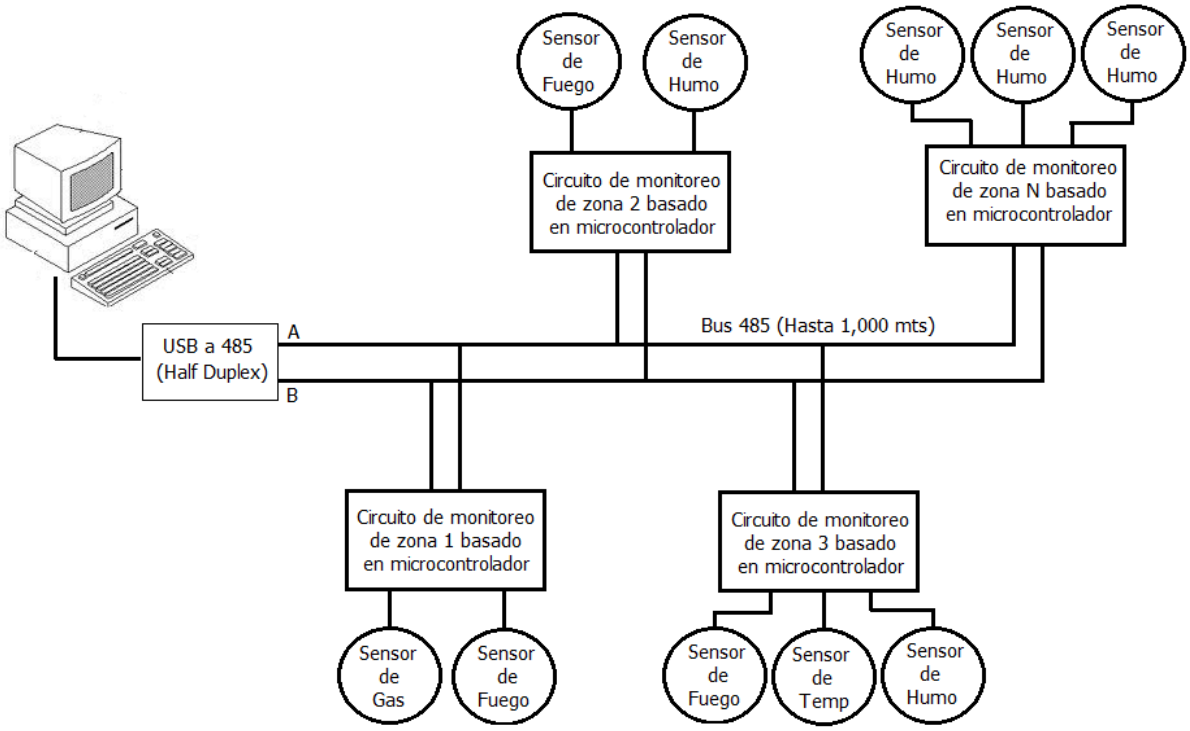
Figura 68. **Bus de datos basado en MAX485**



Fuente. Hojas técnicas de MAX485.(Maxim Integrated, 2009)[99]

La topología utilizada en la implementación de la red industrial de comunicación RS-485 es similar a la topología Ethernet: topología bus lógica, donde cada grupo puede contener hasta 32 circuitos de monitoreo local, tal como se muestra en la figura siguiente.

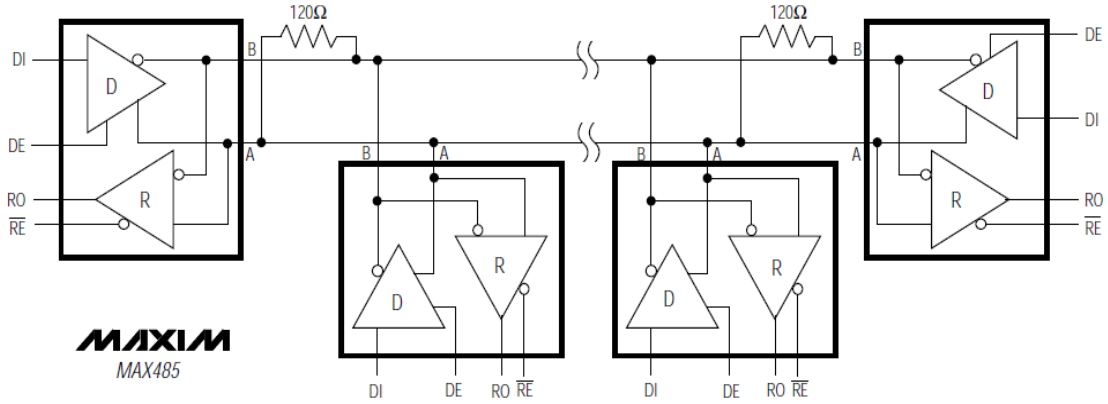
Figura 69: **Topología del sistema de supervisión**



Fuente. Elaboración propia.

Se recomienda instalar resistencias terminales en los extremos del bus de datos implementados, como se muestra en la Figura 70.

Figura 70: **Circuito de aplicación típica punto – multipunto**



Fuente. Hojas técnicas de MAX485.(Maxim Integrated, 2009)[99]

4.1.11 Interfaz USB a RS-485

En la Figura 69 se muestra la topología a implementar para el sistema de supervisión y seguridad industrial, donde el sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de la información se realiza en una computadora. Actualmente el puerto serial RS-232 ya no está disponible en los puertos del computador personal, en su reemplazo se encuentra el puerto USB, el cual se ha convertido en el estándar de conexión de periféricos a la computadora: teclado, mouse, impresoras, escáner, discos externos, etc.

Para poder adaptar la señal RS-485 (Bus de datos balanceados a la computadora utilizaremos una interfaz USB a RS-485.

Figura 71. **Interfaz USB – RS485**

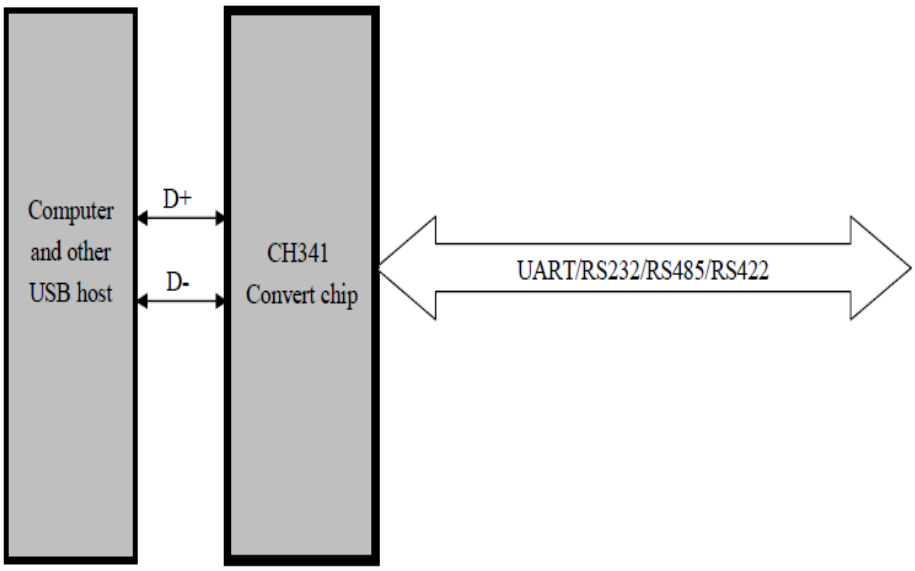


Fuente. Manual de National Instruments (2012)[101]

Este dispositivo convierte las señales eléctricas balanceadas del bus industrial RS-485 a niveles eléctricos del tipo USB y tiene la capacidad de un aislamiento óptico de hasta 1,500 V, presentando un grado de protección a las corrientes estáticas y rayos de hasta 600 Watts.

Este dispositivo conversor de USB a RS-485 utiliza el I.C. CH341T, que es un circuito conversor de Bus USB generando un puerto serial USART con líneas de control tales como: habilitación de transmisión serial, receptor serial listo, etc.

Figura 72. **Función del circuito CH431**



Fuente. Elaboración propia.

Entre las principales características de su operación se tiene:

- Máxima velocidad de la interfaz USB, se ajusta a la especificación USB versión 2.0, solo requiere un cristal de cuarzo y un capacitor externo.
- Soporta voltajes de alimentación eléctrica de 5V y 3.3V.
- Se fabrican en I.C. con tipos de encapsulado del tipo SOP-28 y SSOP-20 libre de plomo bajo la Norma Rosh.
- Solo es compatible con la capa de aplicación porque las interfaces son controladas vía USB.
- Bajo costo, permitiendo convertir equipos periféricos en serie o paralelo.

Figura 73. **IC CH341T aplicado a conversor serial-USB**



Fuente. Manual de National Instruments (2012)[101]

La interfaz tiene la siguiente descripción de los pines:

Pin 1: Señal B

Pin 2: Señal A

Pin 3: GND

Figura 74. **Terminales del interfaz USB-RS485**



Fuente. Manual del National Instruments (2012)[101]

Las características más importantes de la interfaz USB a RS-485 son:

a. No requiere de alimentación eléctrica externa, debido a que se extrae del mismo puerto USB.
b. Contiene un I.C. DC/DC para un aislamiento eléctrico, entregando una capacidad de aislamiento óptico de 1,500V entre terminal USB y el lado del RS-485, de este modo se garantiza una comunicación eficiente y confiable.
c. El driver con el cual puede ser utilizado es compatible con los sistemas operativos: Windows 98/ ME2000/ server 2003/ VISTA/ server 2008/ Win 7/ 64/ 32 bits, así como en sistemas MAC OS 8.6 o superior.
d. Soporta velocidades que van desde 50 bps hasta 2Mbps.
e. Es totalmente compatible con el estándar USB 2.0 y USB 1.1.
f. Soporta la tecnología Plug & Play.
g. El Modo de trabajo es asíncrono (UART).
h. Soporta condiciones ambientales con temperaturas desde -25°C hasta +70°C y una humedad relativa de 5% hasta 95%.
i. El medio de transmisión es par trenzado.
j. La distancia de transmisión es de 1,200 mts.
k. La longitud del cable es de 80 cm.
l. El peso del cable es de 35 gr.

4.2 Controladores inteligentes para supervisión

4.2.1 Tipos de Controladores inteligentes

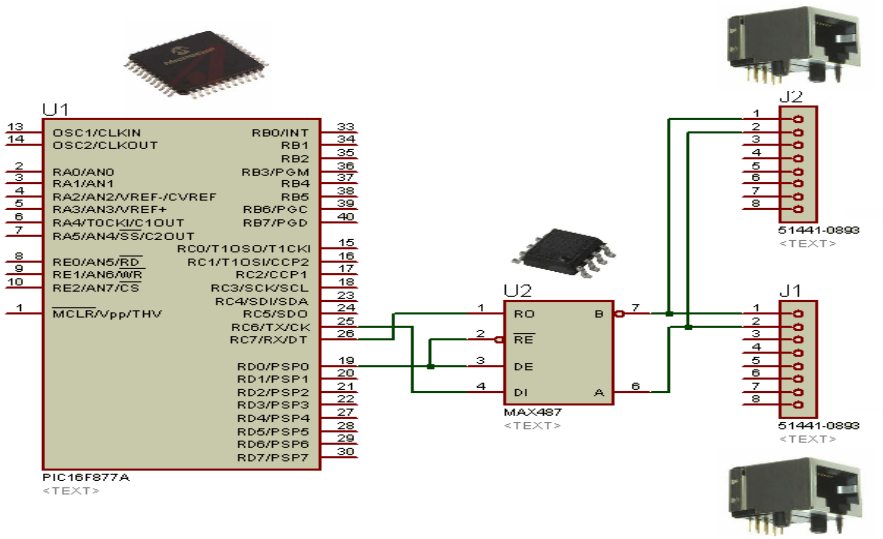
El circuito de supervisión de cada zona determinada como zona de riesgo está implementada con microcontroladores PIC16F877A de 8 bits, procesando a la frecuencia de 20 MHz., las funciones del microcontrolador son los siguientes:

a. Verificar en forma permanente el estado de los sensores (humo, gases tóxicos, movimiento).
b. Establecer la comunicación con el servidor (Computador central) enviando la palabra de comando respectivo.
c. Realizar la activación sobre un actuador (Señales de alarma acústica y luminosa) dependiendo del comando recibido desde el controlador
d. Enviar la información de los eventos producidos y detectados por los sensores, al servidor de archivos, a fin de registrar en forma permanente las ocurrencias en las áreas de producción.
e. Verificar el corrector funcionamiento de cada uno de los sensores.

Adicionalmente el microcontrolador PIC16F877A utiliza un transceiver MAX485 para establecer el dialogo con la aplicación que estará instalado en la computadora.

Para facilitar la implementación del cableado de red, utilizamos dos conectores RJ-45 en cada circuito de supervisión.

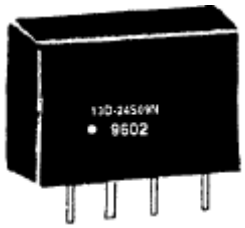
Figura 75. **Circuito electrónico para el supervisión de áreas**



Fuente. Elaboración propia.

Para tener una mayor protección entre el bus de datos y los circuitos electrónicos debido a posibles descargas eléctricas se propone utilizar un circuito conversor DC/DC para el aislamiento de las fuentes de alimentación. El circuito propuesto tiene el siguiente código: IXD-05S05N y se muestra a continuación:

Figura 76. **Circuito conversor DC/DC para aislamiento eléctrico**



Fuente. Manual Técnico Peak Electronics (2011)[106]

Tiene 4 pines cuya descripción es:

Pin-1: GND in

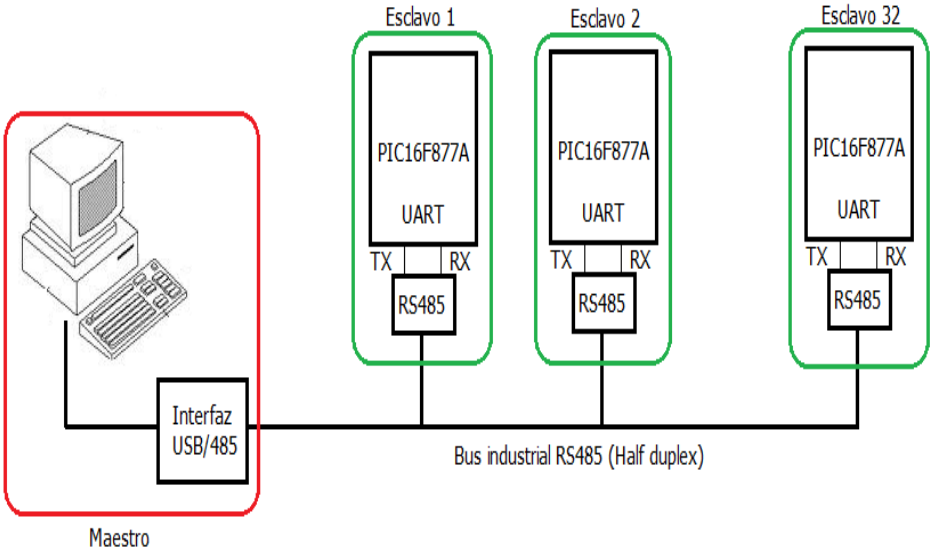
Pin-2: VCC in

Pin-3: GND out

Pin-4: VCC out

Para lograr el establecimiento de un diálogo entre la aplicación ejecutado por el computador y los diferentes microcontroladores PIC que se conecten al bus RS-485 debemos establecer el modo de comunicación basado en el mecanismo de protocolo maestro y los esclavos como se muestra en la Figura 77.

Figura 77. **Configuración dispositivos maestro – esclavos**



Fuente. Elaboración propia.

Cada microcontrolador tendrá una única dirección en el bus (Longitud de un byte), esta dirección se utiliza para su identificación por el software (aplicación) de la computadora.
La secuencia de trabajo establecido es el siguiente:

1. El computador (maestro) emite inicialmente la palabra de dirección del esclavo. La estructura de la palabra de dirección deberá transmitirse a 8 bits de datos y con el noveno bit de transmisión en el estado de marca (1 lógico).
2. Todos los dispositivos esclavos deben colocar a sus correspondientes transceiver (MAX485) en modo recepción y deben configurar su interfaz de comunicación UART para que genere una interrupción con detección de dirección. Dicha configuración permite que el microcontrolador solo sea interrumpido cuando el maestro envíe la palabra de dirección y no sea interrumpido cuando el maestro ó

cualquier esclavo este realizando transferencia de datos por el bus.

3. El dispositivo esclavo seleccionado deberá responder al Maestro enviando un identificador (que puede ser la misma dirección del esclavo) y los bytes adicionales que identifiquen el estado de los sensores que tiene conectado el microcontrolador. Debemos tener en cuenta que los datos se transmiten a 8 bits y el noveno bit de transmisión en el estado de espacio (0 lógico).
4. El maestro debe proceder con la siguiente dirección del esclavo, repitiendo el paso 1.

4.2.2 Configuración del microcontrolador como esclavo

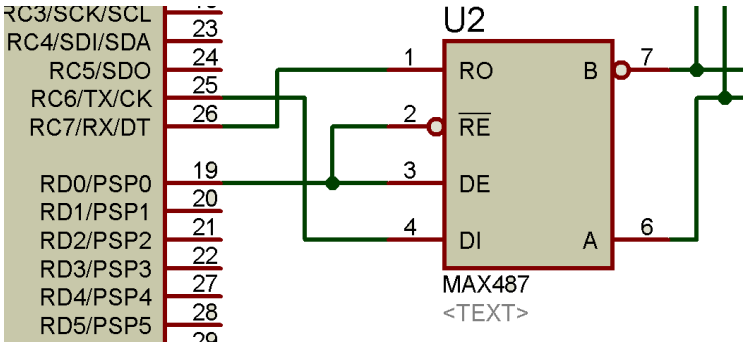
El IC PIC16F877A dispone como recursos con el modulo USART (Transmisor/Receptor Asíncrono Síncrono Universal) que puede ser configurado en modo UART. El USART puede ser configurado como un sistema asíncrono full dúplex mediante dicha configuración se puede comunicar con varios dispositivos periféricos tales como computadoras personales y cualquier sistema digital que disponga de un puerto serial asíncrono (GPS, Lectores de RF ID, modem, etc.).

El USART puede ser configurado como:

a. Asíncrono (Full dúplex):
   Comunicación bidireccional en dos pares de hilos.
b. Síncrono – Maestro (Half dúplex)
   Comunicación bidireccional en un par de hilos.
c. Síncrono – Esclavo (Half dúplex)
   Comunicación bidireccional en un par de hilos.

Cuando se habilita el bit SPEN (habilitación del puerto serial) el registro de control TXSTA los pines del puerto C: RC6 y RC7 pasan a ser controlador de forma automática por el modulo UART.

Figura 78. **Controlador PIC configurado como TX-RX**



Fuente. Elaboración propia

La velocidad de comunicación de TX y RX se establece mediante la siguiente fórmula:

SYNC	BRGH = 0 (Low Speed)	BRGH = 1 (High Speed)
0	(Asynchronous) Baud Rate = Fosc/(64 (X + 1))	Baud Rate = Fosc/(16 (X + 1))
1	(Synchronous) Baud Rate = Fosc/(4 (X + 1))	N/A

Donde:

a. El bit SYNC determina si vamos a activar el modo síncrono (SYNC= “1”) o el modo asíncrono (SYNC=”0”). Este bit se encuentra ubicado en el registro de control TXSTA.

b. El valor de “X” corresponde a un factor que toma valores e 0 a 255 en el registro de generación de velocidad en baudios llamado: SPBRG.

c. El bit BRGH determina un factor de división de la señal de reloj a utilizar en el cálculo final de la velocidad. Si BRGH toma el valor de 0 el factor de división es 64 (baja

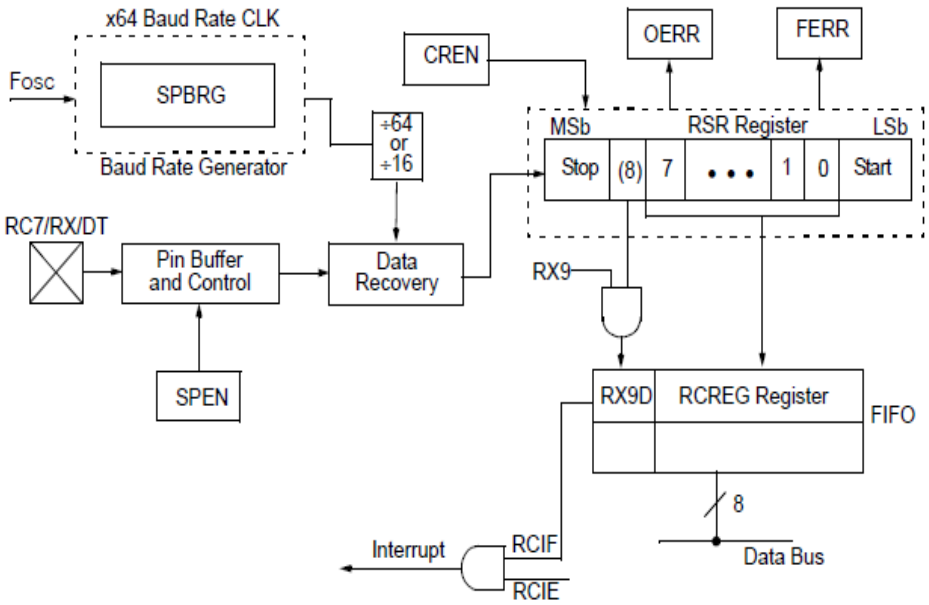
velocidad). Si el bit BRGH toma el valor de 1 el factor de división es 16 (alta velocidad). El bit BRGH se encuentra ubicado en el registro de control TXSTA.

d. La señal FOSC corresponde a la frecuencia del cristal (para nuestro caso es de 20 MHz).

Con esta fórmula se determina las diferentes velocidades en que podemos transmitir; algunos valores son: 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, 28800 bps, 57600bps, etc.

La recepción en modo UART está conformada por el siguiente circuito:

Figura 79. **Circuito receptor UART del PIC16F877A**



Fuente. Elaboración propia.

Los datos son recibidos por el pin RC7 y lo redirecciona al bloque de recuperación, el cual es un registro de

desplazamiento de alta velocidad operando a una velocidad de x16 veces a la velocidad de comunicación, mientras que el desplazador principal opera en la velocidad establecida.

Una vez que el modo asíncrono es establecido, la recepción es habilitada con el bit CREN (cuando toma el valor de 1). Este bit se encuentra en el registro de control RCSTA.

El circuito fundamental del receptor es el registro de desplazamiento de recepción (RSR). Después de muestrear el bit de STOP, el dato almacenado en el registro RSR es transferido al buffer de recepción llamado RCREG (Si este se encuentra vacio). SI la transferencia es completada se activa el bit des señalización llamado RCIF (se establece en 1 lógico, este bit se encuentra en el registro de control PIR1). Se puede activar o desactivar la interrupción por recepción utilizando el bit llamado RCIE que se encuentra en el registro de control llamado PIE1.

Considerar que el bit RCIF es de solo lectura, el cual es solo borrado por el hardware, este bit se borra cuando se lee el buffer de recepción RCREG y queda el buffer vacio.

El registro RCREG es un doble buffer (esto es una pila de tipo FIFO de 2 niveles). Mediante dicha característica se puede recibir y transferir hasta dos bytes al buffer RCREG y un tercer byte puede estar siendo desplazado al RSR. Sobre la detección del bit STOP en el tercer byte (Y el registro RCREG sigue lleno) se produce un error llamado OVERRUN. El bit llamado OERR se coloca en 1 lógico ante la ocurrencia de

este suceso (este bit se encuentra en el registro llamado RCSTA). Por lo que la palabra en el registro RSR se pierde.

El registro RCREG tiene la opción de ser leído hasta dos veces para recuperar los dos bytes almacenados en el FIFO. El bit OERR debe ser borrado por software, esto se logra reiniciando la recepción lógica (borrar el bit CREN y luego volver a colocarlo en 1 lógico). Si el bit OERR es activado (puesto en 1 lógico)las transferencias desde el registro RSR al buffer RCREG se inhiben y los siguientes datos no podrán ser recibidos.

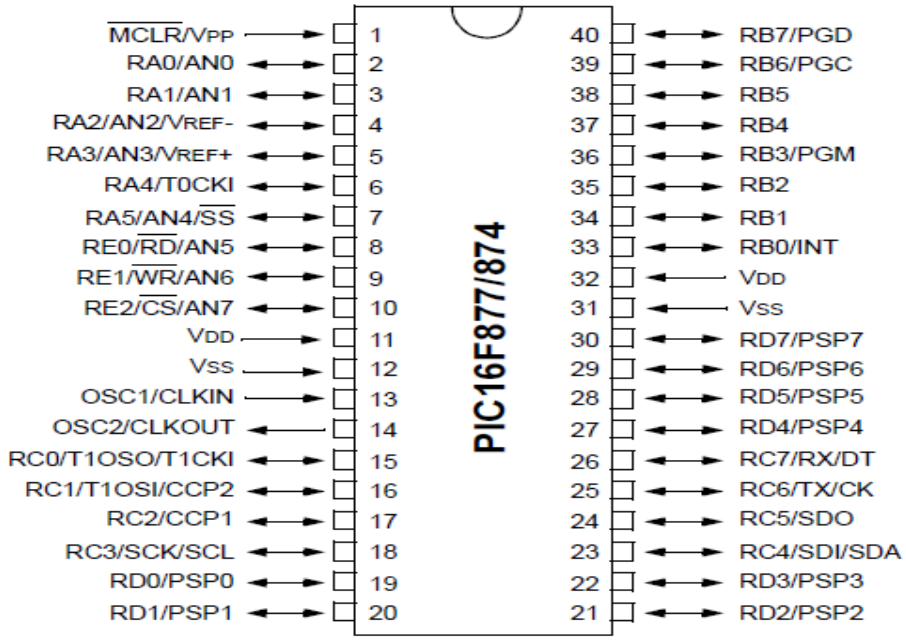
4.2.3 Implementación del controlador en el modelo

El micro controlador seleccionado es el PIC16F877A de 40 pines, de los cuales 33 pines corresponden a los puertos de entrada/salida, agrupados en:

a. Puerto A (5 pines de entrada/salida)
b. Puerto B (8 pines de entrada/salida)
c. Puerto C (8 pines de entrada/salida)
d. Puerto D (8 pines de entrada/salida)
e. Puerto E (3 pines de entrada/salida)

El puerto A y el puerto E también tienen la capacidad de soportar entrada de tipo analógico, mientras que el resto de los pines son de entrada/salida digital.

Figura 80. **Terminales del microcontrolador PIC16F877A**



.

Fuente. Manual técnico de PIC Microchip Inc.[100]

Los diferentes sensores de humo, gases tóxicos, movimiento. Son conectados directamente a los pines del micro controlador siempre que cumplan con los voltajes de salida requeridos para los sensores (De 0 V a +5V).

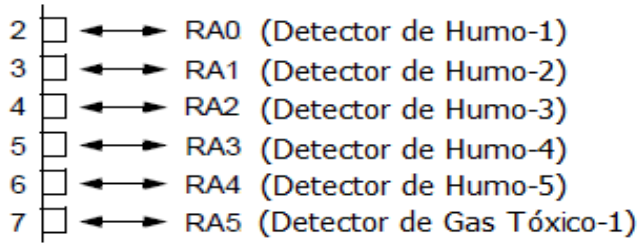
La distribución de los 33 pines de entrada/salida es de acuerdo a la siguiente descripción:

a. Tres pines de comunicación UART (TX, RX y control de flujo)
b. Dos pines de comunicación I2C (para sensores de temperatura o memorias externas seriales).
c. Un pin de salida para sirena.
d. Un pin de salida de luz estroboscópica.
e. Un pin de pulsador de pánico.
f. Una salida para LED (indicador de funcionamiento)
g. Cinco sensores de humo.

h. Cinco sensores de gas toxico.
i. Cinco sensores de movimiento.
j. Cinco sensores de flama.
k. Cuatro pines para sensores de otros tipos).

Las señales del puerto A se muestran en la Figura 81.

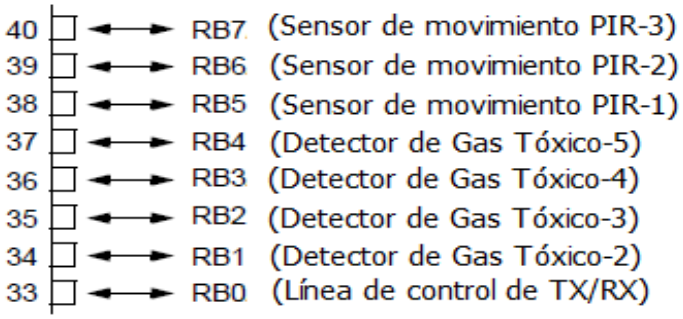
Figura 81. **Señales del puerto A**



Fuente. Elaboración propia

Las señales dell puerto B se muestran en la Figura 82.

Figura 82. **Señales del puerto B**



Fuente. Elaboración propia.

Las señales del puerto C se muestran en la Figura 83

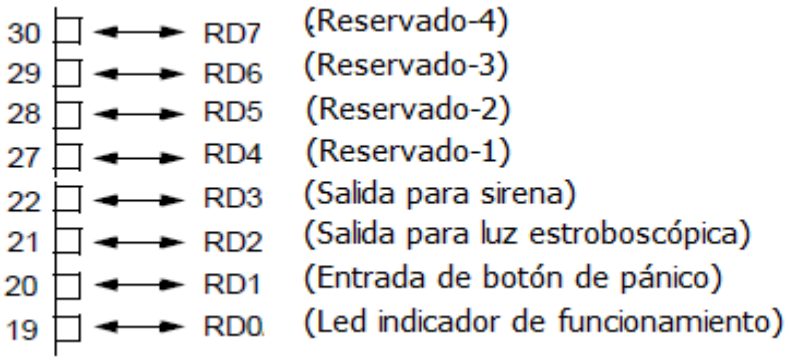
Figura 83. **Señales del puerto C**



Fuente. Elaboración propia.

Las señales del puerto D se muestran en la Figura 84

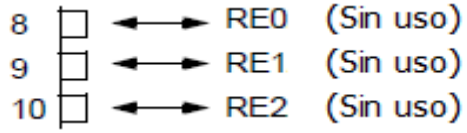
Figura 84. **Señales del puerto D**



Fuente. Elaboración propia.

Las señales del puerto E se muestran en la Figura 85

Figura 85. **Señales del puerto E**



Fuente. Elaboración propia.

4.3 Diseño del Interfaz de usuario

La etapa del interfaz del usuario es de importancia singular, por establecer factores que permiten ser amigables con el sistema, realizando el trabajo de supervisión lo más sencillo y eficiente, por lo que con el desarrollo de la informática se establece la aplicación Web para la visualización de la información generada por el sistema inteligente a través de los sensores establecidos y su desarrollo como su implementación de aplicaciones web se realiza utilizando lenguajes de programación de alto nivel entre ellos HTML, PHP, JAVA, ASP NET y otros; cada cual muestra sus ventajas y limitaciones.

Evaluando las características operativas, por ejemplo HTML es un lenguaje de programación de fácil aprendizaje, pero no resulta eficiente para implementar aplicaciones dinámicas, mientras que el Lenguaje PHP sin embargo permite crear contenido dinámico, acceso a múltiples motores de bases de datos, pero presenta limitaciones en la programación orientada a objetos; lo cual para el lenguaje de programación JAVA representa una de sus características más visibles y de hecho su razón ser, una de las cualidades resaltantes de aplicaciones realizadas en Java es su independencia de plataforma, permitiendo que éstas puedan ejecutarse en diferentes sistemas operativos, lo cual supone un contraste para aplicaciones basadas en ASP.NET, ya que solo pueden ser desplegadas en un ambiente Windows. Actualmente JAVA es un referente y estándar global para la implementación de aplicaciones en Red, alrededor del cual existe una gran variedad de Tecnología en software y herramientas de desarrollo (Netbeans, Eclipse, Jcreator, Jdeveloper, etc.); respaldándose en la comunidad de arquitectos y desarrolladores más grande alrededor del mundo, JAVA sigue evolucionando constituyéndose en una de las primeras elecciones para Proyectos de software de mediano y gran alcance; dado que es un lenguaje de acceso libre reduce considerablemente los costes de desarrollo, por lo expuesto se optó por la utilización del estándar JAVA para construir un Aplicativo Web que permitiese cubrir las necesidades de información obtenidas, para este caso en particular tener acceso al reporte de incidencias del sistema multisensorial aplicado a la supervisión industrial.

El aplicativo fue construido bajo una arquitectura de tres capas (Presentación, Negocio y Datos), utilizándose el entorno de desarrollo integrado **Netbeans** (Figura 86); la versatilidad y la

naturaleza intuitiva de esta herramienta fue determinante para su uso en este desarrollo. Se empleó el servidor de aplicaciones Apache Tomcat, el cual permite visualizar el contenido de las Páginas Web, es importante remarcar que la elección de este servidor obedece a la naturaleza ad-hoc del mismo para aplicaciones web basadas en JAVA , al mismo tiempo que tanto **Tomcat** como **Netbeans** son de distribución libre (OPEN SOURCE) .

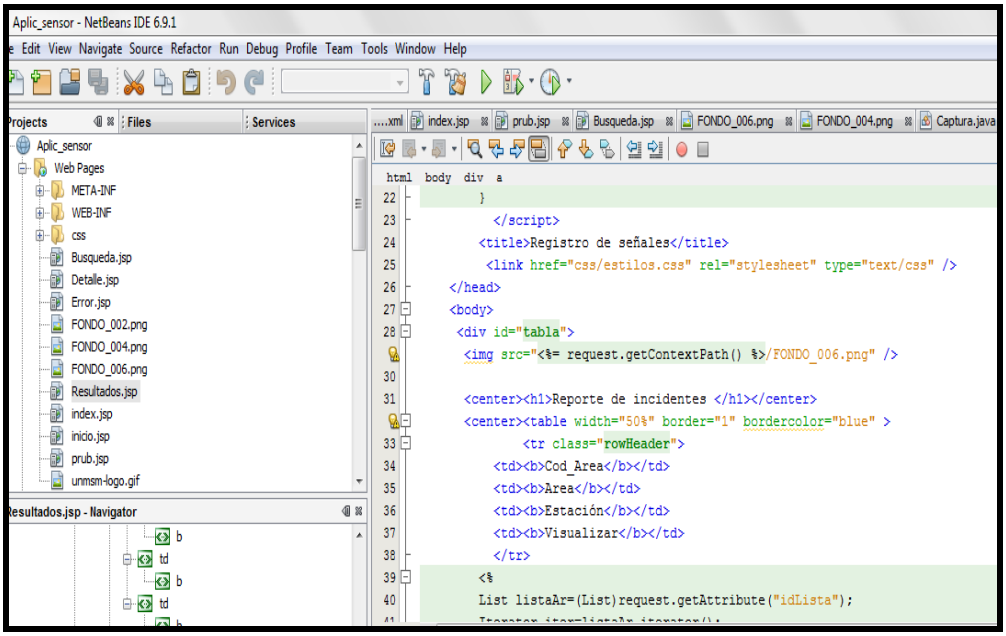
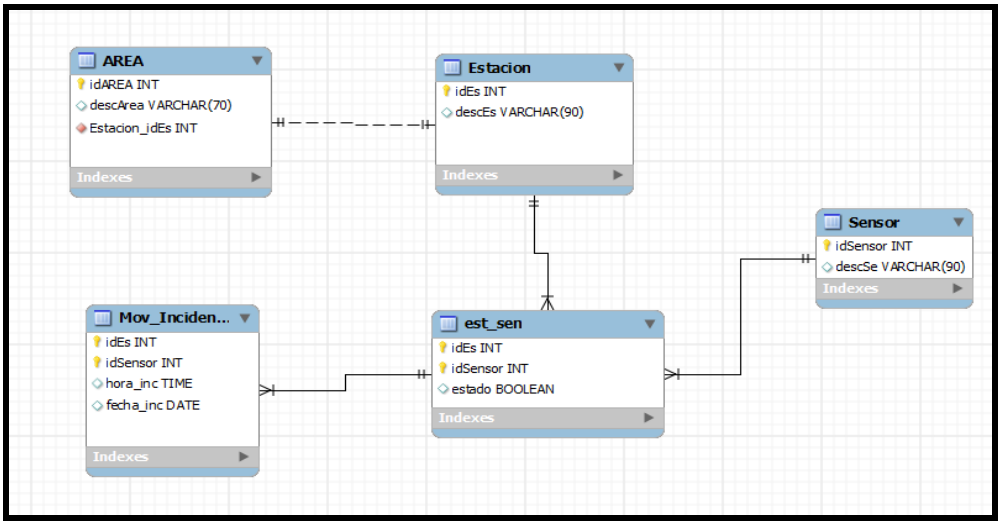


Figura 86. **IDE Netbeans.** Elaboración propia.

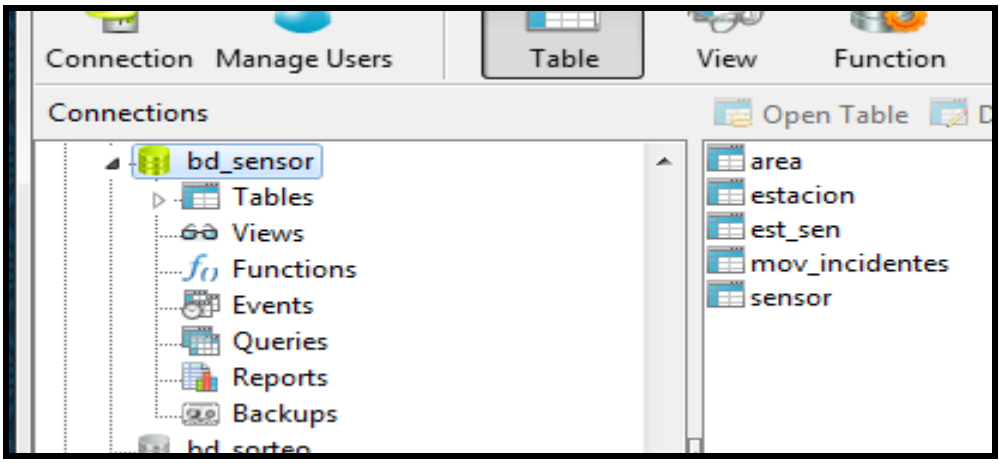
De entre las múltiples opciones de Gestores de Base de datos (MYSQL, ORACLE, SQL SERVER, POSTGRE SQL, etc.) ; MYSQL se mostró como una buena alternativa dada su óptima capacidad de almacenamiento y su accesibilidad al ser de código libre; el diseño de las tablas fue realizada con la herramienta MSQL WORKBENCH , la cual también es de libre acceso, (Figura 87)

Figura 87. **Diseño de tablas con MYSQL**



Fuente. Elaboración propia.

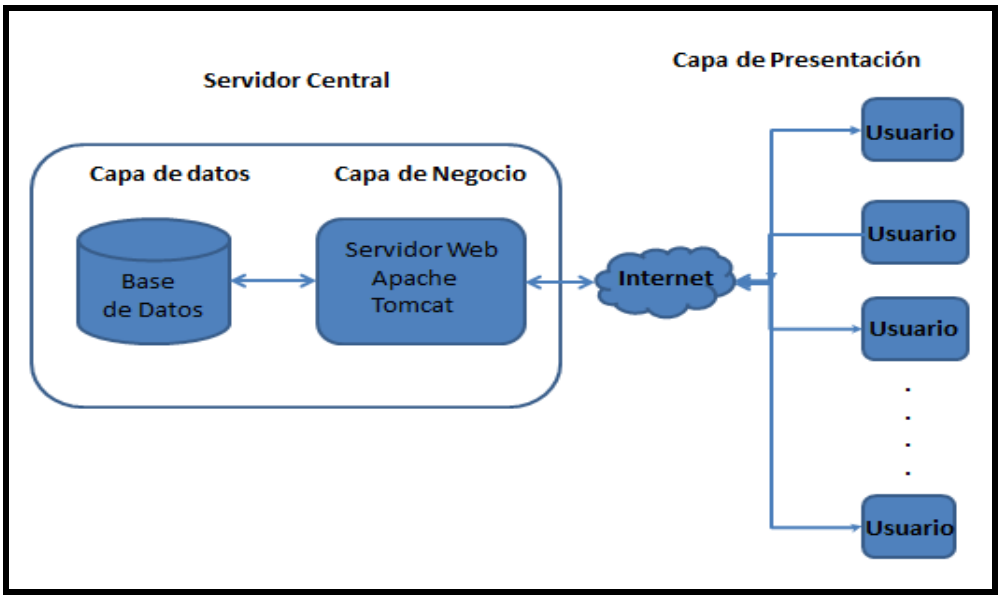
Figura 88. **Tablas físicas del aplicativo**



Fuente. Elaboración propia.

En síntesis la arquitectura de la solución responde a un Modelo de tres capas, en la cual los usuarios finales constituyen la capa de presentación, y en la que la capa de negocio está representada por el servidor de aplicaciones Apache Tomcat, quien a su vez se conecta con el servidor de base de datos para la extracción de la data, siendo esta la tercera capa. (Figura 89)

Figura 89. **Arquitectura de la aplicación**

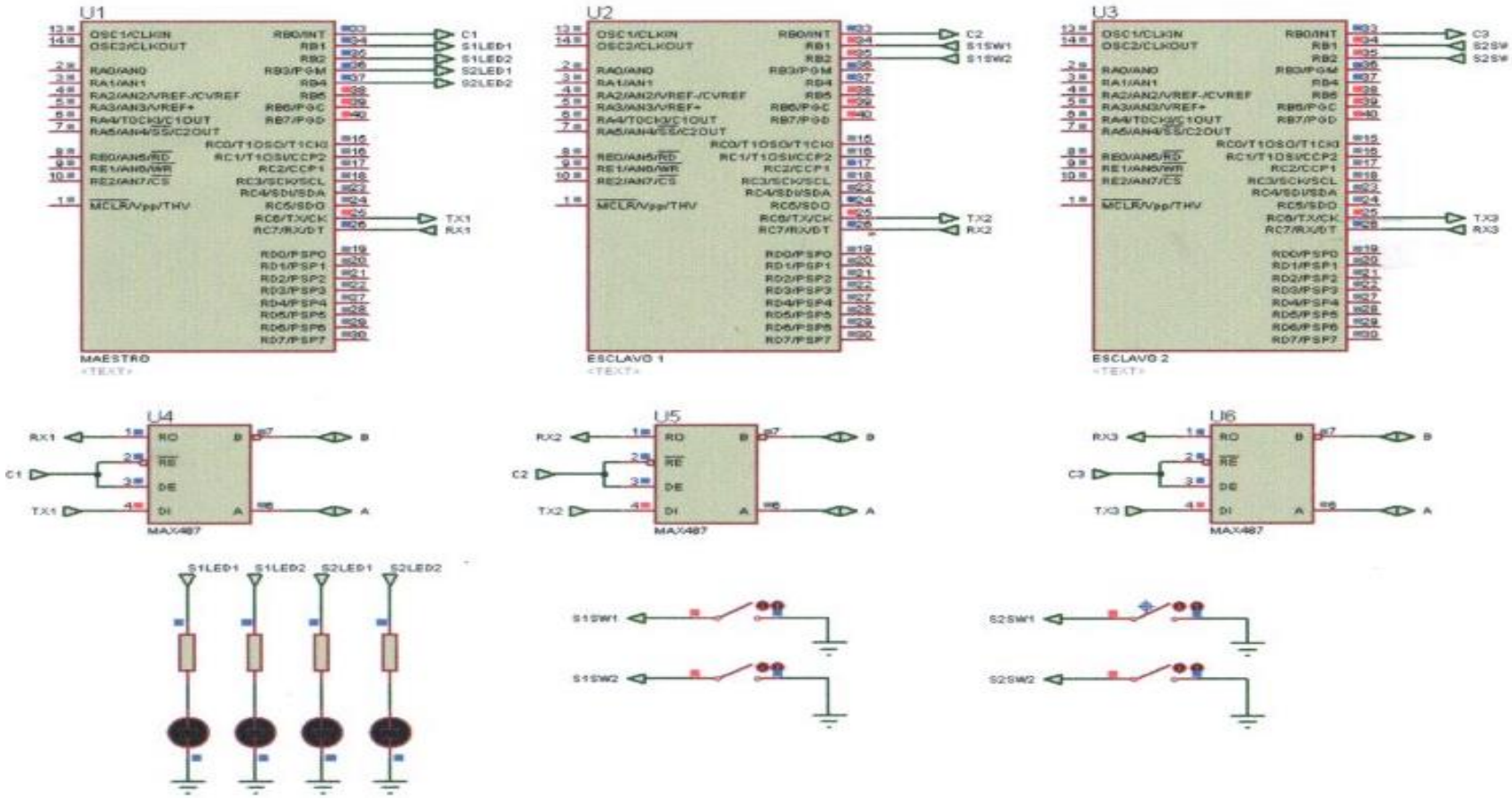


Fuente. Elaboración propia.

4.4 Simulación del diseño de dispositivos maestro-esclavos

Actualmente, el proceso de diseño digital dispone de herramientas de simulación electrónica, que permiten verificar el funcionamiento de los circuitos o sistemas electrónicos bajo determinadas condiciones de operación; debido a que un simulador electrónico no representa el total de las características eléctricas de los dispositivos, mas aun dependiendo de su nivel de complejidad, sin embargo nos permite emular con altos índices de aproximación respecto a su funcionamiento bajo ciertas consideraciones permitiéndonos en la mayoría de aplicaciones verificar su funcionamiento y mejorar su confiabilidad y eficiencia.

Figura 90. **Circuito de simulación de dispositivos Maestro y dos Esclavos**

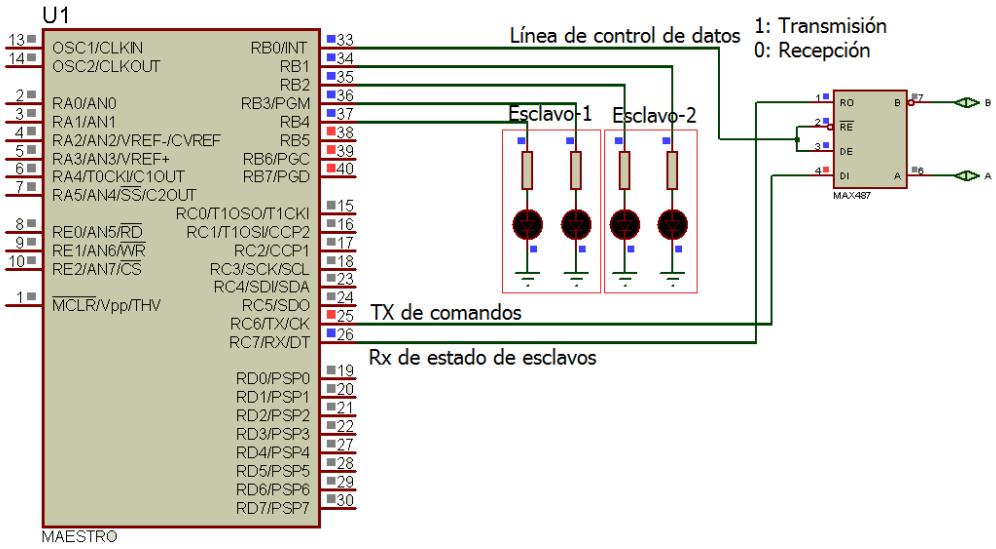


Fuente. Elaboración Propia.

Para la simulación previa de la red industrial del modelo de supervisión industrial, utilizamos un controlador maestro y dos controladores esclavos. El dispositivo maestro luego deberá ser reemplazado por la aplicación que estará ejecutándose en una computadora.

El dispositivo maestro utiliza el UART integrado para enviar a una velocidad de 9,600bps los comandos a los esclavos. El comando viene a ser la dirección del esclavo que es seleccionado. Como estamos utilizando un driver RS485 del tipo half dúplex, el maestro debe controlar la línea de control de datos del driver RS485. En el siguiente grafico se muestra al pin RB0 del PIC16F877 (Figura 82) como el encargado de realizar dicho control.

Figura 91: **Circuito electrónico del microcontrolador maestro**



Fuente. Elaboración propia.

Cuando el dispositivo maestro envía el comando (dirección del esclavo) previamente deberá colocar la línea de control RB0 en nivel alto. Después del envío del comando, la línea de control RB0 debe

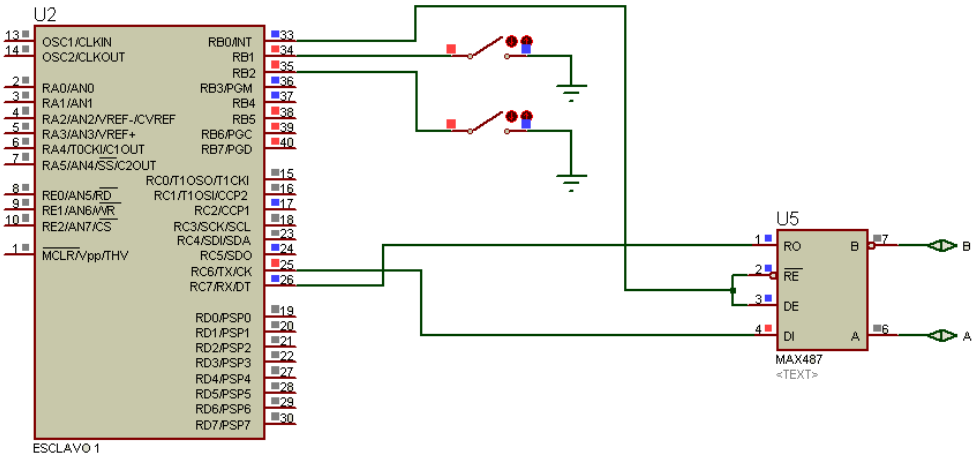
regresar a nivel bajo, esperando la respuesta del esclavo seleccionado.

El dispositivo esclavo seleccionado debe enviar el estado de las alarmas que está controlando, éste estado será reflejado en los LEDs correspondientes. Así tenemos:

- Pin RB1: Estado de alarma 1 del esclavo 2.
- Pin RB2: Estado de alarma 2 del esclavo 2.
- Pin RB3: Estado de alarma 1 del esclavo 1.
- Pin RB4: Estado de alarma 2 del esclavo 1.

Por lo que se observa en los LEDs. que alarma se ha activado en un determinado esclavo. Para efectos de la simulación se tiene conectado dos sensores de alarma (switch) en los pines RB1 y RB2. El programa desarrollado en el esclavo estará sensando en todo momento el estado de estos terminales y los enviara en el momento que sea solicitado por el maestro.

Figura 92: **Circuito electrónico del micro controlador esclavo**



Fuente. Elaboración propia.

Del mismo modo el control de flujo de los datos será realizado a través del pin RB0, inicialmente el valor de este pin debe ser un nivel bajo (modo recepción), para que el UART pueda recibir los comandos que son enviados por el maestro. Cuando el comando del maestro coincida con su dirección, el esclavo enviara en ese momento el estado de los sensores colocando la línea de control (modo transmisión) en nivel alto mientras que dure toda la transmisión. Posteriormente regresara la línea de control de datos a nivel bajo.

La dirección del esclavo-1 es 01H y la dirección del eclavo-2 es 02H. Los programas de simulación se encuentran en el Anexo.

4.5 Prueba piloto del modelo MAMI

Considerando que el objetivo, el aplicar el modelo electrónico que permita comprobar su aplicación y validarlo, se ha considerado una empresa de manufactura de fabricación de paneles publicitarios, cuya identidad solicita la empresa se mantenga en reserva.

Se ha considerado determinadas características que identifiquen el tipo de producto que fabrican, al que aplico los cuestionarios en las diversas áreas del departamento de producción de la empresa, obteniéndose los resultados que para cada caso se explican a lo largo de la prueba piloto, según la metodología explicada en el capitulo anterior.

El sector manufactura posee un rol muy importante en el país, para lograr mejorar la economía nacional, alcanzando los objetivos de mejorar la calidad de vida y permitiendo a la sociedad a vivir en mejores condiciones socioeconómicas.

El objetivo de la empresa “PANEPUSA” es garantizar la producción de paneles publicitarios de alta calidad, garantizando el cumplimiento de las normas y estándares nacionales e internacionales además de los requisitos reglamentarios y con las expectativas de los clientes, ser el mejor en la línea de producción y prácticas de tecnología de punta en sus funciones.

Todos los departamentos y específicamente el departamento de producción y todo el personal involucrado persiguen este fin, garantizando que todo el equipo sea confiable, que funcione adecuadamente y se encuentre disponible.

La empresa “PANEPUSA” tiene objetivos establecidos, que se resumen en los siguientes:

1. Alcanzar la posición de liderazgo en el rubro de fabricación de paneles publicitarios, en nuestro país, que junto con otras empresas operan en el mercado nacional e internacional. Siendo los Organismos Nacionales, quienes definen la validación de cómo: “Establecer evidencia documentada sobre un sistema que ofrece un alto grado de garantía de que un productos se produce cumpliendo con las especificaciones predeterminadas y de calidad”.
2. Los asesores de la empresa, con amplia experiencia en el rubro de paneles publicitarios afirma que se requiere excelentes condiciones de estabilidad en la empresa a fin de cumplir con los contratos que posee la empresa, asimismo los productos que se manufacturan y proveen deben ser seguros y efectivos tanto para los clientes y el público en general, se realizan las pruebas en los

sistemas y actividades que deben ser adecuadas para el propósito funcionando en su totalidad en forma consistente y confiable.

3. Reducir el índice de accidentalidad laboral en la empresa, dado el tipo de actividades productivas de la empresa, de este modo alcanzar estabilidad en la empresa, asimismo reducir los costos por perdidas personales y materiales en la empresa

Por lo consiguiente, la estrategia planteada por la empresa “PANEPUSA” es el de establecer la política de mejorar su sistema de supervisión y seguridad industrial, lo cual le permitirá mantener en condiciones de empresa líder, lo cual le permitirá mantener a sus clientes con productos de buena calidad, de alta eficiencia, confiabilidad y precios competitivos, por lo que el planteamiento de la empresa son los siguientes:

a. Implementar la política de prospectiva empresarial, para establecer condiciones de estabilidad y buen clima laboral en la empresa, de modo que se atienda rápidamente a los requerimientos de los clientes y la actividad de las competencias, manteniendo una buena relación precio-calidad en cada segmento del mercado en que se compita, así como sostener un entorno de trabajo favorables a la empresa.
b. Establecer sistemas electrónicos inteligentes, que permitan garantizar elevados niveles de confiabilidad, en la detección de factores de riesgos, y mejorar el factor costo-beneficio en la empresa.
c. Desarrollar una política de capacitación permanente a los trabajadores e interiorización de cumplimiento de principios seguridad industrial que garanticen la mejora del clima laboral.

En el Capítulo 5 se muestra los resultados del sistema, obtenidos de la supervisión realizada a la empresa “PANEPUSA” desde Enero de 2012 hasta Diciembre de 2012, con el funcionamiento del sistema de arquitectura multisensorial para la supervisión y seguridad industrial aplicado al Departamento de Producción constituido por 12 Áreas, cada uno de los mismos están supervisados por microcontroladores “Esclavos” con sus respectivos sensores de humo, de gases tóxicos y de movimiento.

4.6 Análisis del Factor costo-beneficio

Considerando la necesidad de aplicar el Sistema de Gestión de Seguridad y salud del Trabajo para contribuir a la estrategia de la Empresa, se diseño un procedimiento para la evaluación económica de los accidentes laborales, partiendo de los resultados obtenidos de la evaluación de la empresa. Para ello fue necesario la investigación y el análisis de las causas por las cuales no se ejecuta o se ejecuta de manera desorganizada la evaluación económica de los accidentes laborales.

El procedimiento permite a la empresa realizar un análisis del costo-beneficio de los accidentes laborales a partir de la identificación de los costos asociados y contribuye a la toma de conciencia a partir de una demostración numérica, de la necesidad de ejecutar las medidas derivadas de las investigaciones realizadas.

Por lo especificado en el capítulo I, en Essalud, el Ministerio de Trabajo, no existe el procedimiento referido a la evaluación económica de los accidentes laborales, lo cual implica que:

a. No se evalúen desde el punto de vista económico los accidentes de trabajo.

b. No existe una homogeneidad en la evaluación económica de los accidentes laborales entre los encargados que lo ejecutan dentro de la unidad y entre los organismos encargados de su evaluación.

Por lo mencionado, en el presente proyecto se plantea lo siguiente: Elaborar un procedimiento para la evaluación económica de los accidentes laborales.

Para ello fue necesaria la aplicación de las siguientes técnicas y métodos:

1. Inmediatamente después de haber terminado la verificación e investigación del accidente se procede a realizar su evaluación económica.
2. Las acciones a seguir son los siguientes:
   2.1 Conocer la información preliminar obtenida durante la investigación
   2.2 Determinar los costos directos, los que pueden ser:
   - Subsidios diarios
   - Pensiones por incapacidad permanente
   - Pensiones a familiares del fallecido

   2.3 Determinar los costos indirectos u ocultos, los que pueden ser:
   - Costo del tiempo perdido por el accidentado
   - Costo del tiempo perdido por sus compañeros al socorrerlo
   - Costo de traslado al accidentado a centro asistencial
   - Costo del tiempo dedicado por parte del personal medico al accidentado.
   - Costo de los materiales empleados por el personal medico
   - Costo del tiempo dedicado a la investigación e información del accidente.
   - Costo del tiempo dedicado a la investigación por el personal de recursos Humanos
   - Costo de los daños sufridos por equipos y maquinarias

- Costo por la reducción de la productividad (inadaptibilidad del accidentado o por poca destreza del sustituto).
- Costo debido a procesos judiciales

Costos Totales:

Está dado por la expresión siguiente:

Costos totales (Ct) = Costos directos (Cd) + Costos Ocultos (Co) (4)

Costo asociado a las medidas que elimina el accidente:

Está dado por la expresión siguiente:

Costos (Cm) = $\sum$ **Costos parciales Cmi** (5)

Análisis del Costo-Beneficio:

Beneficio = Costos totales (Ct) - Costos (Cm) (6)

En caso de que el resultado del "Beneficio" es positivo se demuestra que la implementación del modelo electrónico para minimizar los índices de accidentalidad laboral son efectivos desde el punto de vista económico.

En el Cuadro 31, se muestran los resultados del reporte de incidentes de accidentalidad laboral durante el año 2011 (Antes de la implementación del modelo electrónico).

En el Cuadro 32, se muestran los resultados del reporte de incidentes de accidentalidad laboral durante el año 2012 (Después de la implementación del modelo electrónico).

En el Cuadro 33, se muestran los resultados de los costos de accidentalidad laboral durante el año 2011 (Antes de la implementación del modelo electrónico).

En el Cuadro 34, se muestran los resultados de los costos de accidentalidad laboral durante el año 2012 (Después de la implementación del modelo electrónico).

Cuadro 31. **Resumen de incidentes de accidentalidad laboral antes de aplicar modelo electrónico**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE INCIDENTES POR ACCIDENTALIDAD LABORAL **AÑO : 2011**
EMPRESA "PANEPUSA" **FECHA: Lima, 08 de Enero de 2012**

COD_AREA	AREA	ENE 2011	FEB 2011	MAR 2011	ABR 2011	MAY 2011	JUN 2011	JUL 2011	AGO 2011	SET 2011	OCT 2011	NOV 2011	DIC 2011
A1	DEPOS_PINTURA			1	2						2		1
A2	ROUTER	2		2			1				1		
A3	ESTRUCTURAS		1	1			1	1	1				
A4	ELECTRICIDAD	1			1			1		1	1	1	1
A5	GABINETES_1		1	1		1		2	1				
A6	GABINETES_2			1	1		2		1			1	
A7	LAMINADOS_1	1			2	1			1		1		1
A8	LAMINADOS_2	1		1				1			1	2	
A9	ACRILICOS		1			1		2		1			
A10	PINTURA			1	2		2				1		
A11	NEONES	1	1			1		1		2		1	
A12	CARPINTERIA			1			1		1		1		
	TOTAL	6	4	9	8	4	7	8	5	4	8	5	3

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 32. **Resumen de incidentes de accidentalidad laboral después de aplicar modelo electrónico**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE INCIDENTES POR ACCIDENTALIDAD LABORAL **AÑO :2012**
EMPRESA "PANEPUSA" **FECHA: Lima, 10 de Enero de 2013**

COD_AREA	AREA	ENE 2012	FEB 2012	MAR 2012	ABR 2012	MAY 2012	JUN 2012	JUL 2012	AGO 2012	SET 2012	OCT 2012	NOV 2012	DIC 2012
A1	DEPOS_PINTURA			1									
A2	ROUTER							1					
A3	ESTRUCTURAS												
A4	ELECTRICIDAD	1									1		
A5	GABINETES_1						1						
A6	GABINETES_2			1									
A7	LAMINADOS_1				1			1					
A8	LAMINADOS_2												
A9	ACRILICOS												
A10	PINTURA												
A11	NEONES			1									
A12	CARPINTERIA												
	TOTAL	1	0	3	1	0	1	2	0	0	1	0	0

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 33. **Resumen de evaluación de Costos de accidentalidad antes de aplicar modelo**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE COSTOS POR INCIDENTES POR ACCIDENTALIDAD LABORAL **AÑO : 2011**
EMPRESA "PANEPUSA" **FECHA : Lima, 08 de Enero de 2012**

COD_AREA	AREA	ENE 2011	FEB 2011	MAR 2011	ABR 2011	MAY 2011	JUN 2011	JUL 2011	AGO 2011	SET 2011	OCT 2011	NOV 2011	DIC 2011	TOTAL POR AREA
A1	DEPOS_PINTURA			4532	11540						12360		5465	33897
A2	ROUTER	11540		12650			5243	4965			5286			39684
A3	ESTRUCTURAS		5465	4532			5465	4532	5465					25459
A4	ELECTRICIDAD	5465			4965			12360		4532	5465	4532	5465	42784
A5	GABINETES_1		4850	5235		4532			5243					19860
A6	GABINETES_2			5465	5243		12650		4532			4532		32422
A7	LAMINADOS_1	4532			11540	4965			5286		4532		5465	36320
A8	LAMINADOS_2	5243		5286				4532			5286	12360		32707
A9	ACRILICOS		5465			4532		12360		5465				27822
A10	PINTURA			5465	12360		11540				5243			34608
A11	NEONES	5465	4532			5286		5286		11540		5465		37574
A12	CARPINTERIA			5286			4850		5243		5465			20844
	TOTAL	32245	20312	48451	45648	19315	39748	44035	25769	21537	43637	26889	16395	383981

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 34. **Resumen de evaluación de Costos de accidentalidad después de aplicar modelo**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE COSTOS POR INCIDENTES POR ACCIDENTALIDAD LABORAL
EMPRESA "PANEPUSA"

AÑO : 2012
FECHA : Lima, 10 de Enero 2013

COD_AREA	AREA	ENE 2012	FEB 2012	MAR 2012	ABR 2012	MAY 2012	JUN 2012	JUL 2012	AGO 2012	SET 2012	OCT 2012	NOV 2012	DIC 2012	TOTAL POR AREA
A1	DEPOS_PINTURA			4532										4532
A2	ROUTER							4965						4965
A3	ESTRUCTURAS													0
A4	ELECTRICIDAD	5465									5465			10930
A5	GABINETES_1						4532							4532
A6	GABINETES_2			5465										5465
A7	LAMINADOS_1				4965			4532						9497
A8	LAMINADOS_2													0
A9	ACRILICOS													0
A10	PINTURA													0
A11	NEONES			4965										4965
A12	CARPINTERIA													0
	TOTAL DE MES	5465	0	14962	4965	0	4532	9497	0	0	5465	0	0	44886

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Generalidades

En éste apartado se realizan la presentación y las evaluaciones de los resultados obtenidos en las diversas etapas del desarrollo del proyecto, desde los análisis preliminares en materia de seguridad aplicados a la empresa “PANEPUSA”, hasta la evaluación de los índices de accidentalidad laboral y evaluación del factor costo-beneficio; luego de realizar la implementación del modelo electrónico en la empresa; los que comprenden las etapas siguientes:

a. Etapa de inspección-evaluación de la empresa
b. Etapa de diseño e implementación del modelo electrónico.
c. Etapa de pruebas y supervisión industrial de la empresa
d. Etapa de evaluación del factor costo-beneficio del proyecto.

5.2 Etapa de inspección-evaluación de la empresa.

Las evaluaciones previas aplicados a la empresa “PANEPUSA” se realizaron durante los meses de Febrero hasta Mayo de 2011, desde las solicitudes reiteradas de autorización para realizar un estudio y evaluación técnico de las condiciones de seguridad industrial en la empresa, que me permita efectuar los análisis de sus programas existentes de seguridad industrial, en el caso que tuviesen, así como acceder a los reportes de accidentalidad en los últimos años. A fin de que, con los resultados se logre poner en marcha un plan de diseño piloto de un modelo electrónico

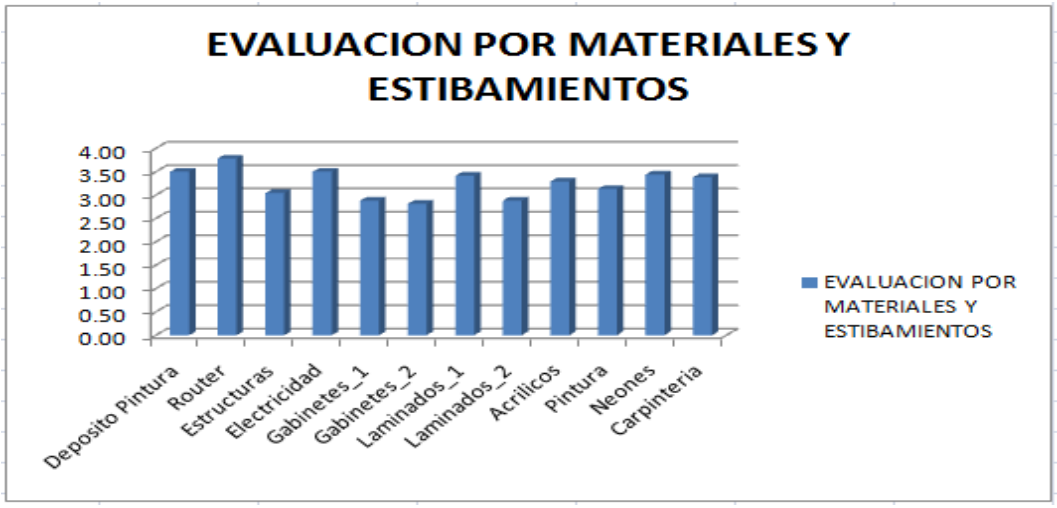
que se plantea en el proyecto, y que permita validar la hipótesis de mejorar las condiciones de seguridad industrial (minimización de accidentalidad laboral) y optimizar el factor de costo-beneficio.

Según lo descrito en el Capitulo 3, en el cual se describen con detalle del diagnostico obtenidos aplicando metodologías basados en inspecciones técnicas, entrevistas y encuestas realizados al personal del Departamento de Producción de la empresa, los mismos que se realizaron; al departamento de Producción de la Empresa “PANEPUSA” los que están organizados en 12 Áreas de producción, considerando el comportamiento en los factores siguientes:

1. Materiales y estibamiento
2. Instalaciones eléctricas y pasillos
3. Ambiente laboral
4. Prevención contra incendios
5. Herramientas y maquinas
6. Protección personal

Cuyos resultados se muestra a continuación:

Figura 93: **Evaluación por uso de materiales y estibamientos**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 93, el índice más elevado en este indicador es el Área de Router (3.78) y el mínimo en el Área de Gabinetes_2 (2.81), otras Áreas que requieren atención son Gabinetes_1 (2.88) y Laminados_2 (2.88).

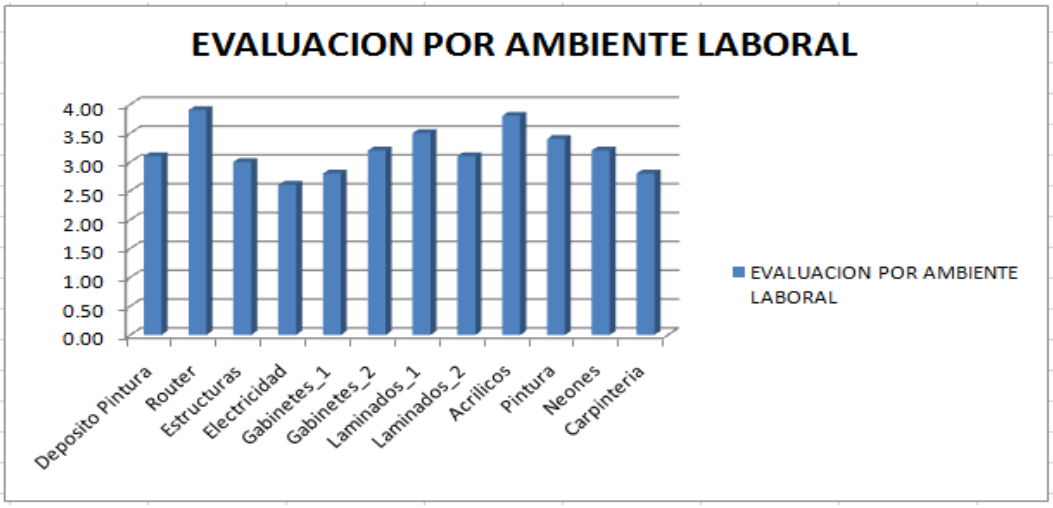
Figura 94: **Evaluación por instalaciones eléctricas y pasillos**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 94, según este indicador el más elevado es en el Área Gabinetes_1 (3.25) y el mínimo en el Área de Acrílicos (1.75), otra Área con bajo nivel es el Área de Router debido a modificaciones en ubicación de máquinas, según dato obtenido.

Figura 95: **Evaluación por ambiente laboral de la empresa**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 95, el ambiente laboral tiene máximo nivel en el Área de Router (3.90) y el Mínimo en el Área de Electricidad (2.6), se estima por factores de presión en el trabajo y susceptibilidad de producir siniestros.

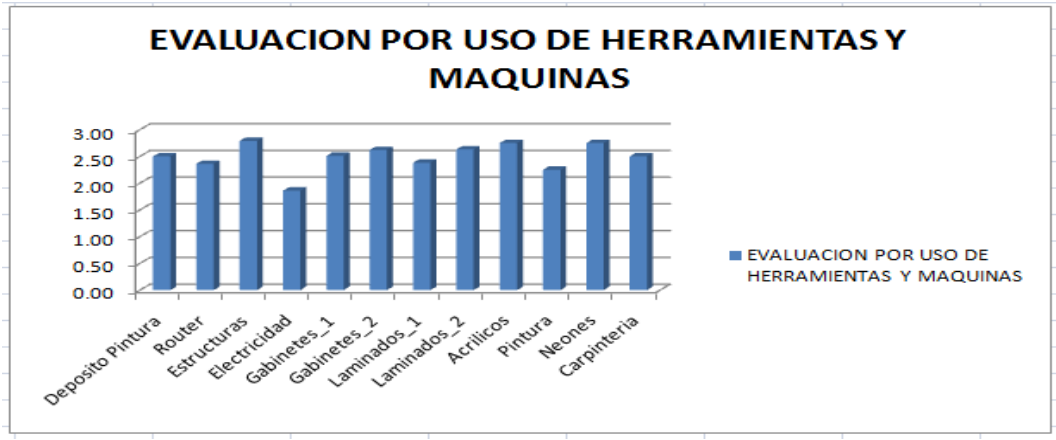
Figura 96: **Evaluación por prevención contra incendios**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 96, Todas las áreas adolecen de prevención efectiva contra incendios, superando ligeramente el Área de Carpintería (2.10), seguidos de las Áreas de Acrílicos y Pintura.

Figura 97: **Evaluación por uso de herramientas y máquinas**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 97, en este indicador los de mayor índice son las Áreas de Estructuras (2.79), Gabinetes_2 (2.62), Laminados_2 (2.63), Acrílicos (2.75) y Neones (2.75) y el de menor índice es el Área de Electricidad.

Figura 98: **Evaluación por protección personal en la empresa**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 98, las Áreas de mayor índice son Carpintería (1.88), Acrílicos (1.80), Neones (1.75) y Laminados_1, y los de menor índice son las áreas de Electricidad (0.94) y Depósito de pintura (0.89), factores a considerar en evaluación de requerimientos de supervisión y seguridad industrial.

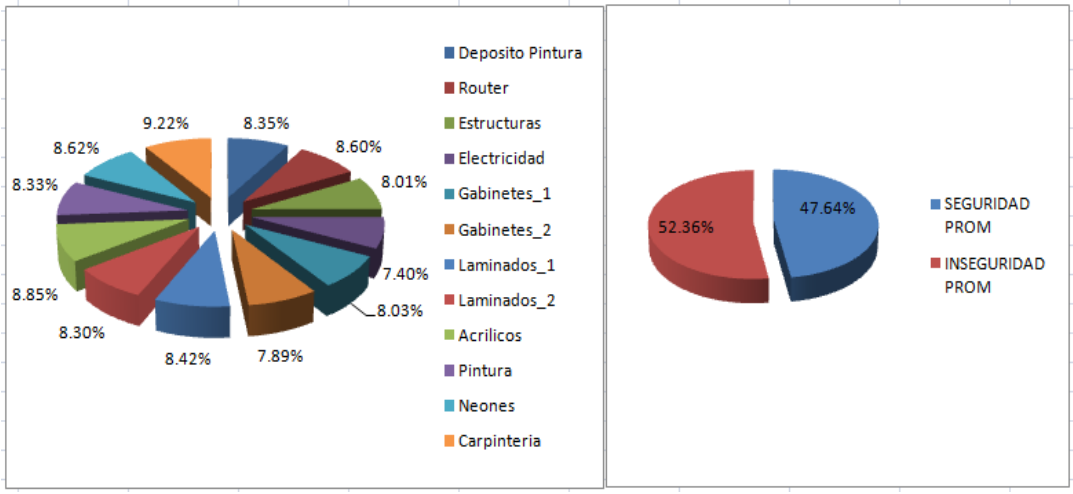
Figura 99: **Evaluación de la seguridad industrial en la empresa 2011**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 99, se muestra que las Áreas de mayor índice de seguridad en la empresa son el Área de Acrílicos (50.63%), Carpintería (52.63%) y el Área más vulnerable es Electricidad (42.33%).

Figura 100. **Síntesis de evaluación de seguridad de la empresa**

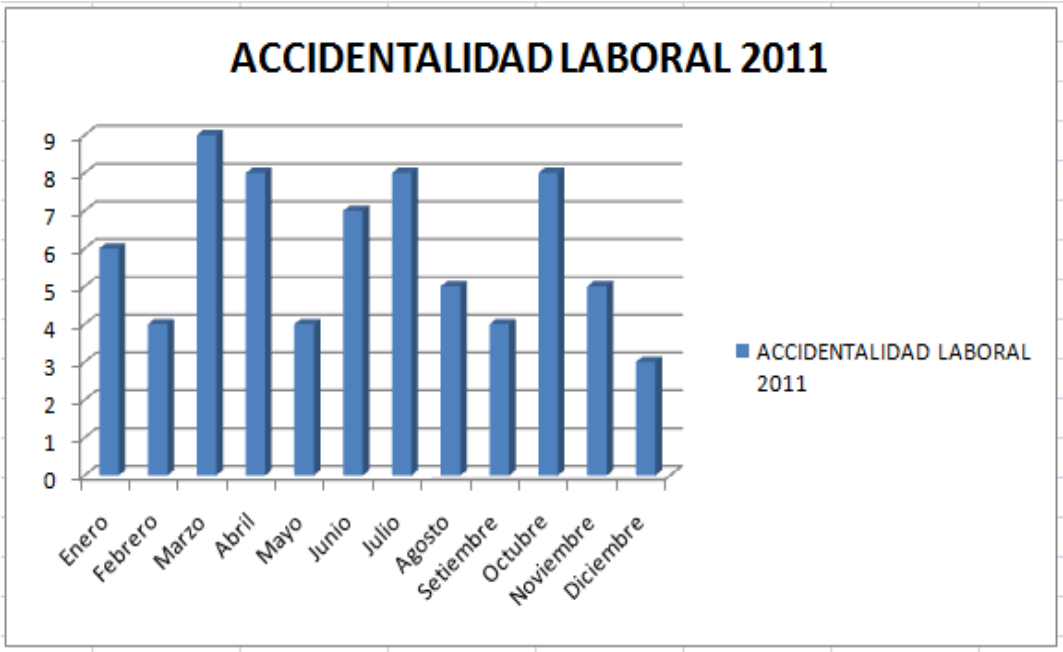


Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 100, se observa que según los análisis realizados del Departamento de Producción de la empresa en las áreas especificadas, en promedio se ha obtenido que el nivel de seguridad es de 47.64%, y el de inseguridad es de 52.36 %, lo cual se traduce en el comportamiento de

los índices de accidentalidad laboral durante el año 2011, según la Figura 101 podemos observar que durante los meses de Marzo (9), Abril (8) Julio (8) y Octubre (8) se han manifestado los mayores niveles de incidentes laborales, mientras que los meses de Febrero, Mayo y Diciembre son los de menor índice de accidentalidad.

Figura 101. **Índice de accidentalidad laboral 2011**



Fuente. Elaboración propia.

5.3 Etapa de diseño e implementación del modelo electrónico

Según los resultados obtenidos, se muestra, que la empresa en estudio tiene mucho que corregir en materia de supervisión y seguridad industrial, por lo que se decidió continuar con la etapa de diseño del modelo electrónico, cuyo desarrollo en gran proporción se ha desarrollado en el Capítulo 4, procediéndose luego a realizar las siguientes operaciones:

Esta etapa se inicio con la adquisición de información para el diseño (Misión, Visión, Objetivos, Prospectivas), así como la determinación de información de factores determinantes para el diseño del modelo (Zonas

de factores de riesgo, Tipos de factores de riesgo, dimensiones físicas del Departamento de Producción, magnitud de riesgos). Estos análisis se realizaron en Junio y Julio de 2011.

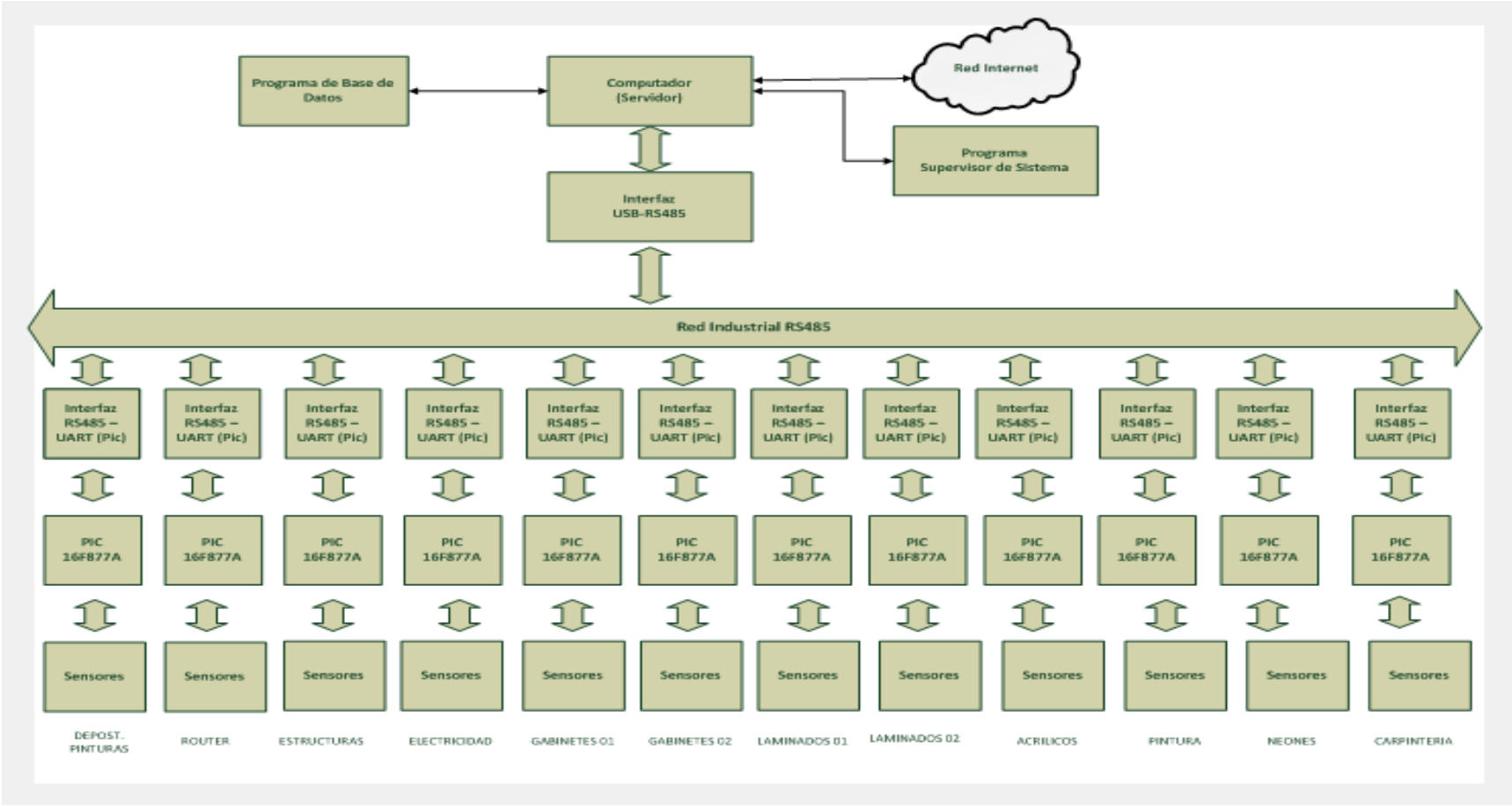
En Agosto y Setiembre de 2011 se iniciaron los procesos de diseño del sistema.

Desde Octubre a Diciembre de 2011 se realizaron la implementación física del modelo electrónico y las primeras pruebas de operación realizadas a la empresa y la puesta a punto de los diversos dispositivos del sistema.

El diseño del modelo electrónico se ha estructurado en tres módulos:

a) Módulo del Hardware: Constituido fundamentalmente por la implementación física del diseño, el cual involucra los siguientes etapas:
   - Computador Central (Maestro): constituido por un computador que tiene las funciones principales de inicialización de funcionamiento de las etapas del sistema, habilitar dialogo del computador central con los sistemas microcontroladores que a su vez controlan a los sensores electrónicos establecimiento realizar las funciones de “barrido de señales”
   - Interfaz USB-RS485:
   - Red Industrial RS485
   - Interfaz RS485-PIC
   - Sistemas Microcontroladores PIC y sensores electrónicos.

Figura 102. **Modelo Electrónico para supervisión y seguridad industrial**



Fuente. Elaboración propia.

b) Módulo del Software: Constituido por todos los recursos de programación necesarios para el funcionamiento del sistema, los que están constituidos por los siguientes:
   - Programa Monitor, residente en el Computador Central.
   - Programa gestor de “Señales Scan” residente en memorias de microcontroladores, para efectuar proceso de barrido de señales proveniente de los sensores electrónicos.
   - Programa de establecimiento de red industrial con topología Bus, para adquisición de datos.

c) Módulo interfaz del Usuario: Constituido por el sistema Operativo Java, y herramientas gestores de Base de Datos “TomCat V 7.0” para administrar la base de datos con el software SQL.

5.4 Etapa de pruebas y supervisión industrial de la empresa

En esta etapa, luego de realizar la puesta a punto del sistema de supervisión y seguridad industrial, se programaron secuencias periódicas de observación del funcionamiento del Servidor de Archivo, con el Software Interface de usuario, desarrollado para visualizar la base de datos de los incidentes detectados a través de los sensores mediante sistemas inteligentes en proceso “Scan” Maestro-Esclavo desde el Sistema Servidor para lo cual se dispone del Interfaz Usuario desarrollado usando plataforma Java y administrador de archivos “TomCat V7.0” para manejar la Base de datos con el Programa SQL, con el cual se han detectado los siguientes reportes desde Enero hasta Diciembre del año 2012.

Figura 103. **Menú principal de supervisión industrial 2012**



Fuente. Elaboración propia.

En la Figura 103, se muestra el menu principal del programa de Reportes de incidentes detectados con el control de sensores, en el cual se consideran a los Doce (12) Areas del Departamento de Produccion de la Empresa “PANEPUSA” , con los codigos de las estaciones (De Esclavo 01 hasta Esclavo 12) y la opcion de Visualizar que indica el comando para desplegar la Base de Datos almacenado durante el año en un Area en particular.

Figura 104: **Reporte del sistema del Área depósito de pintura**



Fuente. Elaboración propia.

Según lo indicado en la Figura 104 se muestra el reporte del monitoreo de incidentes en el Area Deposito de Pintura durante el año 2012, solo se generó un solo incidente (27Marzo 2012-13Hrs25Min20Seg).

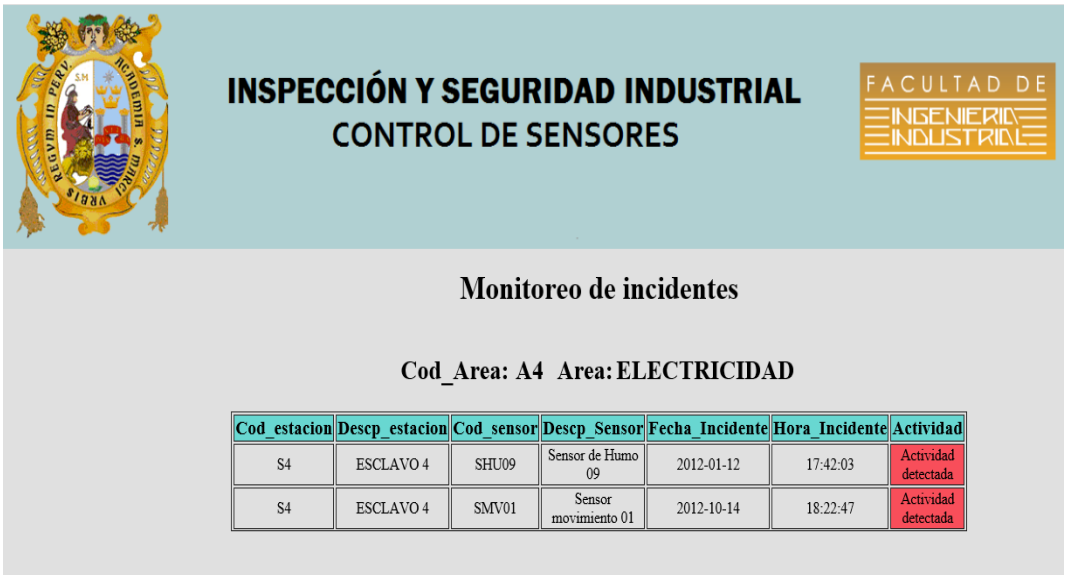
Figura 105. **Reporte del sistema del Área de Router**



Fuente. Elaboración propia.

En la Figura 105 se muestra el reporte del Sistema respecto al Area de Router, en el cual solo se ha generado un incidente durante el año 2012 (15Jul2012-23Hrs16Min05Seg),

Figura 106. **Reporte del sistema del Área de Electricidad**



Fuente. Elaboración propia.

En el Area de Electricidad, según la Figura 106 se han detectado durante todo el año 2012 solo dos incidentes (12Ene2012-17Hrs42Min03Seg) y (14Oct2012-18Hrs22Min47Seg).

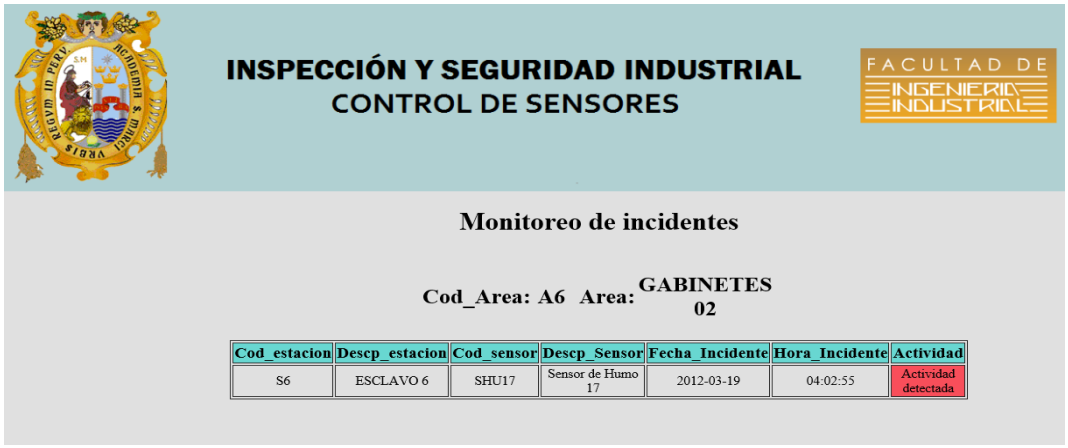
Figura 107. **Reporte del sistema del Área de Gabinetes_1**



Fuente. Elaboración propia.

Según la Figura 107, en el Area de Gabinetes_1 se ha detectado un solo incidente (07Jun2012-203Hrs21Min33seg).

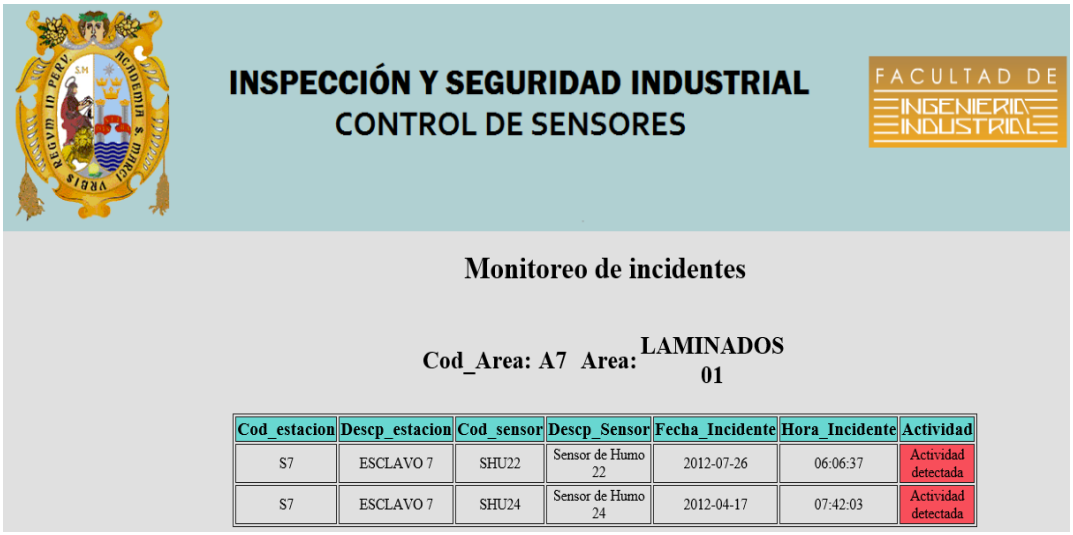
Figura 108. **Reporte del sistema del Área de Gabinetes_2**



Fuente. Elaboración propia.

Según la figura 108, en el Area de Gabinetes_2, solamente se han detectado un solo incidente registrado (19Mar2012-04 Hrs02Min55Seg)

Figura 109. **Reporte del sistema del Área de Laminados**



Fuente. Elaboración propia.

En el Área de Laminados_1 se han reportado solamente dos eventos, los que han sido registrados (17Abr2012-07Hrs42Min03Seg) y (26Jul2012-06Hrs06Min37Seg)

Figura 110. **Reporte del sistema del Área de Neones**

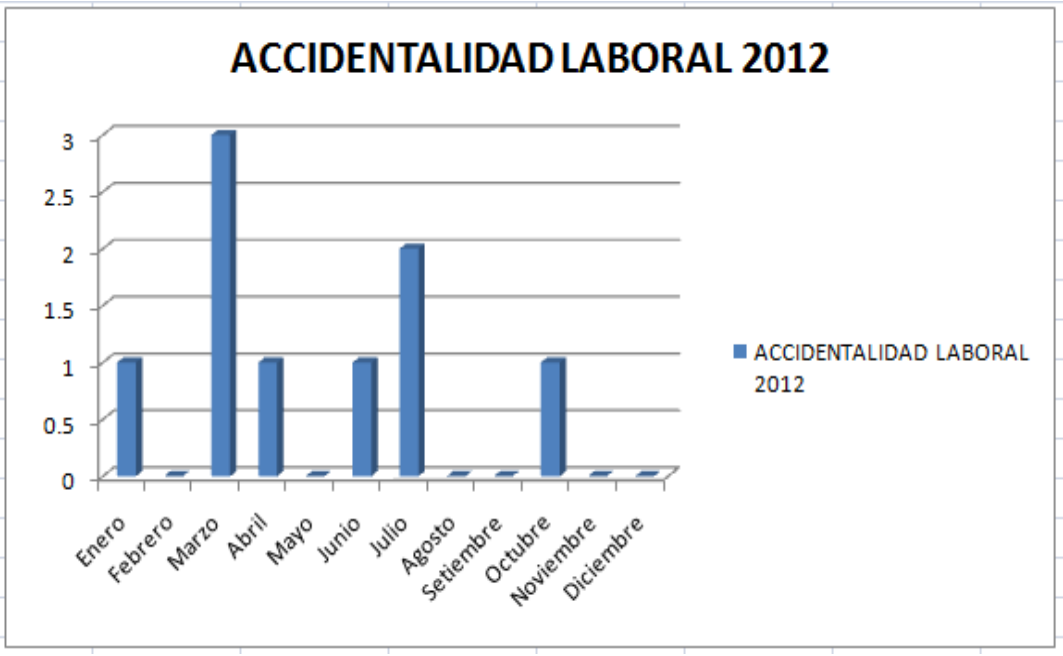


Fuente. Elaboración propia.

En el Área de Neones se han registrado solo un incidente durante todo el año (09Mar2012-22Hrs14Min07Seg).

En sintesis, de los resultados obtenidos se observa que los incidentes ocurridos y detectados durante el periodo de prueba en el Año 2012, con la implementacion del sistema se han reducido notablemente, según la informacion obtenida de la empresa “PANEPUSA”, se han registrado aproximadamente 71 incidentes durante todo el año 2011 y según lo mostrado por el sistema del modelo electronico a traves de su base de datos, durante el año 2012 han registrado en su totalidad 09 incidentes durante todo el año en todas las Areas del Departamento de Produccion, asimismo se puede observar que en los meses de Febrero, Mayo, Agosto, Setimbre, Noviembre y Diciembre no se registraron incidentes laborales; lo cual representa una significativa minimizacion de incidentes laborales y un aporte significativo del modelo electronico según el objetivo propuesto.

Figura 111. **Índice de Accidentalidad laboral 2012**



Fuente. Elaboración propia.

5.5 Evaluación del factor costo-beneficio del proyecto

5.5.1 Análisis de costos antes de la implementación del modelo

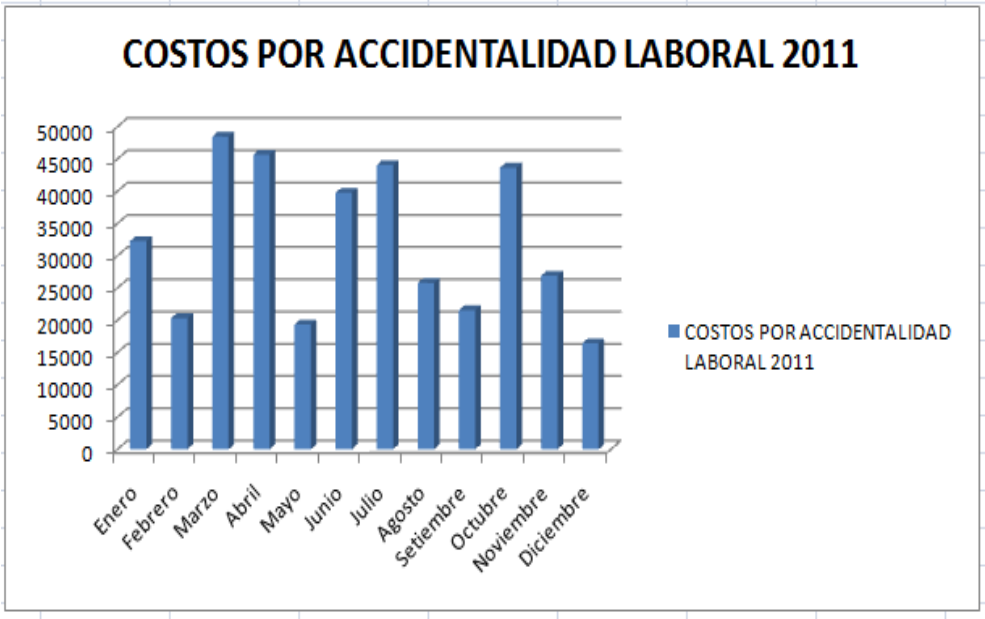
Por lo especificado en el ítem anterior, respecto a los índices de incidentes laborales de los años 2011 y 2012, el cual se refleja en forma directa en los costos que se derivan por los acontecimientos producidos y según lo explicado en el capítulo 1, y específicamente según la experiencia obtenida en el desarrollo del proyecto, se tiene lo siguiente:

a. En el Perú los organismos del gobierno responsables de registrar los accidentes laborales son EsSalud y el Ministerio de Trabajo (DIGESA); sin embargo no se tiene un registro único que reúna toda la información al respecto; también es importante mencionar que no todas las empresas reportan por temor a multas o son informales, por lo que los costos derivados de la accidentalidad laboral también tiene limitaciones en su evaluación,
b. Otro aspecto que se tiene en el Perú, respecto a las Instituciones o empresas de seguros tienen diversas metodologías de cálculo de costos de accidentalidad laboral, así como consideraciones de factores de cálculo, lo cual genera divergencias los montos de reconocer a los afectados en diversos casos de accidentes (muertes, invalidez total, invalidez parcial).

En el presente proyecto, por lo indicado se ha considerado costos referenciales de accidentalidad, según los montos que considera EsSalud, para casos de atención de accidentes leves, medio graves, graves o muertes; y para toda atención se exige que la empresa esté actualizado con sus obligaciones económicas y el correcto registro del accidentado, sino cumple éstas condiciones no se brinda la atención o son derivados a otros centros asistenciales.

En la Figura 112, se muestra un reporte de evaluación de accidentalidad laboral en la empresa “PANEPUSA” antes de la implementación del modelo electrónico, en la estadística se muestra que los meses de mayor incidencia son Enero, Marzo, Abril, Julio y Octubre debido a que en la línea de paneles publicitarios son en estos meses en que se presenta mayor demanda de centros comerciales, salas de juegos en nuestro país y países vecinos, y los meses de menor incidencia han sido los meses de Febrero, Mayo y Diciembre de 2011.

Figura 112. **Costos de accidentalidad laboral 2011**



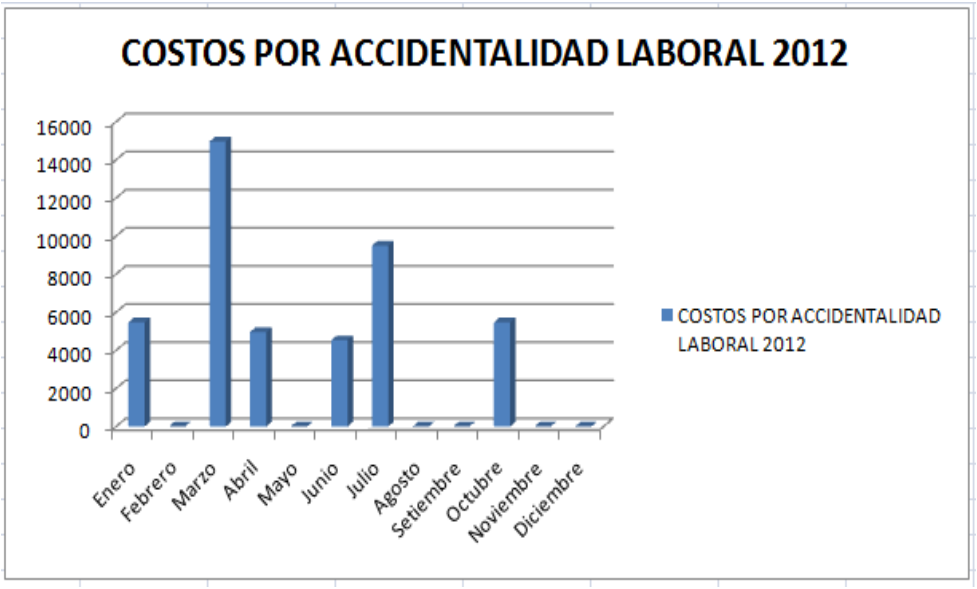
Fuente. Elaboración propia.

5.5.2 Análisis de costos después de la implementación del modelo

Después de la implementación del modelo electrónico, los costos estimados derivados por las incidencias presentadas según el reporte de incidencias del sistema, son mostrados en la Figura 113, en el cual podemos apreciar una notable reducción de los montos, en el cual podemos apreciar en que hay meses (Febrero, Mayo

Agosto, Setiembre, Noviembre y Diciembre) hubo ausencia de incidentes laborales por lo cual estos han generado un ahorro a la empresa por este concepto, y en los meses de Enero, Abril, Junio y Octubre los montos generados por incidencias registradas son mínimas; y estos resultados reflejan que el proyecto como sistema real del modelo contribuye significativamente para disminuir los niveles de accidentalidad laboral y como consecuencia también disminuir sus costos generados.

Figura 113. **Costos de accidentalidad laboral 2012**



Fuente. Elaboración propia.

5.6 Discusión de resultados

Según los resultados presentados en el Cuadro 31, de la observación realizada en la empresa “PANEPUSA”, durante el año 2011, (en condiciones de operación sin el modelo electrónico) se han detectado incidencias de accidentalidad laboral de nivel mínimo de tres (03) y un máximo de Ocho (08), siendo el promedio mensual de 5.91 incidentes/mes. Cuyos resultados han generado los costos de accidentalidad laboral mostrados en el Cuadro 33, donde se muestra el

costo mensual mínimo durante el año es de S/ 16,395.00 Nuevos Soles y el máximo de S/45,638.00 Nuevos soles siendo el promedio mensual de S/ 31,998.40 Nuevos Soles mensual y el total anual de S/383,981.00 nuevos soles.

Durante el año 2012, (en condiciones de operación de la empresa con el modelo electrónico) los resultados se muestran en el cuadro 32, se han detectado incidencias de accidentalidad laboral de mínimo de cero (00) mensual y un máximo de tres (03) mensual, siendo el promedio obtenido de 0.75 incidencias por mes y los resultados de los costos generados se muestran en el Cuadro 34, donde se muestran que el costo mínimo mensual es de 00 nuevos soles y el máximo mensual es de S/ 14,962.00 nuevos soles, siendo el costo total anual de S/ 44,886.00 nuevos soles y el promedio mensual es de S/3,740.50 Nuevos soles.

De los costos de implementación (Ver Anexo 2) vemos que los costos de implementación del modelo electrónico es S/ 6,680.40; y aplicando los análisis de costo-beneficio obtenemos:

Costos Totales:

Está expresado mediante la siguiente ecuación:

Costos totales (Ct) = Costos directos (Cd) + Costos Ocultos (Co) (7)

De los resultados obtenidos se tiene:

Costos totales (Ct) = S/ 339,095.00 Nuevos Soles.

Costo asociado a las medidas que eliminan los accidentes laborales:

Está dado por la expresión siguiente:

Costos (Cm) = ∑ Costos parciales Cmi (8)

Costos (Cm) = S/ 6,680.40 Nuevos soles

Beneficio = Costos totales (Ct) - Costos (Cm) (9)

Beneficio = S/ 339,095.00 – S/ 6,680.40

Beneficio = S/ 332,414.60

En el cuadro 35 se muestra la síntesis de la minimización de accidentes laborales en la empresa piloto “PANEPUSA”

Cuadro 35. **Síntesis de accidentalidad laboral 2011-2012**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE INCIDENTES POR ACCIDENTALIDAD LABORAL
EMPRESA "PANEPUSA"

SINTESIS DE INCIDENTES LABORALES

COD_AREA	AREA	RESUMEN DE INCIDENTES 2011 (SIN EL MODELO)	RESUMEN DE INCIDENTES 2012 (CON EL MODELO)
A1	DEPOS_PINTURA	6	1
A2	ROUTER	6	1
A3	ESTRUCTURAS	5	0
A4	ELECTRICIDAD	7	2
A5	GABINETES_1	6	1
A6	GABINETES_2	6	1
A7	LAMINADOS_1	7	2
A8	LAMINADOS_2	6	0
A9	ACRILICOS	5	0
A10	PINTURA	6	0
A11	NEONES	7	1
A12	CARPINTERIA	4	0
	TOTAL	71	9

Fuente. Elaboración propia.

En el Cuadro 36 se muestra la síntesis de la disminución de accidentes laborales en la empresa piloto “PANEPUSA”

Cuadro 36. **Síntesis de costos de accidentalidad laboral 2011-2012**

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
REPORTE DE COSTOS POR ACCIDENTALIDAD LABORAL
EMPRESA "PANEPUSA"

SINTESIS DE COSTOS POR ACCIDENTALIDAD LABORAL

COD_AREA	AREA	COSTOS POR INCIDENTES 2011 (SIN EL MODELO)	COSTOS POR INCIDENTES 2012 (CON EL MODELO)	MONTO DISMINUIDO DE COSTOS
A1	DEPOS_PINTURA	33897	4532	29365
A2	ROUTER	39684	4965	34719
A3	ESTRUCTURAS	25459	0	25459
A4	ELECTRICIDAD	42784	10930	31854
A5	GABINETES_1	19860	4532	15328
A6	GABINETES_2	32422	5465	26957
A7	LAMINADOS_1	36320	9497	26823
A8	LAMINADOS_2	32707	0	32707
A9	ACRILICOS	27822	0	27822
A10	PINTURA	34608	0	34608
A11	NEONES	37574	4965	32609
A12	CARPINTERIA	20844	0	20844
	TOTAL	383981	44886	339095

Fuente. Elaboración propia.

5.7 Toma de decisiones

Por los resultados obtenidos se considera lo siguiente:

a. Recomendar a las empresas del Perú, la implementación del modelo electrónico, que permita mejorar su clima laboral, lo que se traduce en mejora de su productividad, lo cual es el objetivo
b. Recomendar a los organismos del estado encargados de registrar las ocurrencias de los accidentes laborales, unificar Base de datos, así como formatos de aplicación.
c. Aceptar en principio el Proyecto, como una contribución a la mejora de la seguridad industrial en el Perú, el mismo que puede ser aplicado en cualquier país.

d. Aceptar el modelo electrónico para optimizar en sus diversas etapas a fin de obtener mejores resultados en minimización de accidentes laborales.
e. Aceptar el modelo electrónico para mejorar el factor costo-beneficio del proyecto

5.8 Evaluación de impacto de las tecnologías de inteligencia artificial en seguridad industrial.

El progreso tecnológico, con la informática, la robótica, el diseño y la fabricación asistida por computador, la telemática, ha generado una profunda transformación del sistema productivo de la empresa, los que se extienden a la seguridad industrial, y provoca que la innovación tecnológica escape al dominio de la mayor parte de las empresas y se transforme en un imperativo para el crecimiento y la supervivencia de la generación presente.

Según los resultados de estudios del mercado informático, publicado por la Telecom Cide (México, 2012); más de trescientos millones de personas en el mundo están conectados a Internet, un transistor cuesta menos que un alfiler, la tecnología informática no se ha detenido en su avance durante cuarenta años de progreso continuo en la tecnología microelectrónica. La combinación de nuevos avances en muchas áreas de la tecnología convergiendo en el inicio del nuevo milenio continuara revolucionando el mundo de la empresa, los negocios, las instituciones educativas, los gobiernos, en general la sociedad en una escalada sin precedentes.

Algunos de los campos más importantes en los que se centraran en el futuro los desarrollos tecnológicos son: la seguridad industrial, seguridad ciudadana, seguridad nacional, la energía nuclear, las fuentes alternativas

de energías renovables, la robótica, la biotecnología, la informática, el laser y sus aplicaciones a los campos de las comunicaciones, la medicina e industria, la genética, la química, la física, la física cuántica y las partículas subatómicas, la inteligencia artificial, los satélites, los superconductores y los nuevos materiales.

En el mundo industrial avanzado, las maquinas realizan la mayor parte del trabajo industrial; con la ayuda de las máquinas controladas por computador las empresas producen bienes únicos y de bajo costo, adecuando la oferta a la demanda del mercado. Los trabajadores producen más bienes que hace un siglo invirtiendo menos horas de trabajo, las personas han ampliado su expectativa de vida y viven de forma más sana, como resultado de la tecnología.

Los aportes de los adelantos tecnológicos, mecanización y automatización se aplican también en sistemas de seguridad en la empresa, la industria, la seguridad ciudadana, seguridad nacional, reemplazando a sistemas manuales convencionales; en caso de pequeñas empresas o de los países con menor capacidad de desarrollo tecnológico, han optado por competir reestructurándose, reduciendo la incidencia del aporte manual en la producción y seguridad, generando resultados eficientes.

En síntesis, la tecnología está modificando el mundo empresarial, industrial, comercial, social; hoy en día casi todo lo que nos rodea tiene algún componente tecnológico, aun cuando sigue en progreso el desarrollo tecnológico. El impacto de la tecnología ha transformado la estructura social, económica, académica, investigación, producción, seguridad, en resumen ha modificado la sociedad, proceso que sigue en progreso.

CONCLUSIONES

Según los resultados del sistema de arquitectura multisensorial para la supervisión y seguridad industrial aplicando inteligencia artificial, se han obtenido las conclusiones siguientes:

1. El presente proyecto, es un aporte mediante el planteamiento y el desarrollo teórico-práctico, que permite realizar la implementación de las técnicas de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones reales, por lo que se presenta en ella una arquitectura de control orientada al sistema de supervisión y seguridad industrial, considerando un acercamiento de solución a los problemas de accidentalidad laboral en nuestro medio.

2. Del reporte de los resultados de la evaluación de la Empresa PANEPUSA, en referencia a su situación de seguridad industrial, utilizando el procedimiento de la inspección técnica y las encuestas a su personal directivo y trabajador realizados durante el año 2011, se han obtenido, que el nivel de seguridad es de 47.64 % y el de inseguridad es de 52.36 %

3. Durante el año 2011, en condiciones de operación de la empresa PANEPUSA sin el modelo electrónico de supervisión y seguridad industrial los reportes obtenidos de accidentalidad laboral es de 71 accidentes laborales desde Enero de 2011 hasta Diciembre de 2011, totalizando en las 12 áreas que comprende el Departamento de producción.

4. Durante el año 2012, en condiciones de operación de la empresa PANEPUSA con el modelo electrónico de supervisión y seguridad; los reportes obtenidos de accidentalidad laboral es de 09 incidentes laborales

desde Enero de 2012 hasta Diciembre de 2012, totalizando en las 12 áreas que comprende el Departamento de producción.

5. De los reportes indicados, en el año 2011 con 71 incidentes laborales y en el año 2012 con 09 incidentes laborales; la reducción de incidentes laborales es de 62, el se puede representar en términos porcentuales como 87.324 %, el cual refleja el porcentaje de reducción de accidentes laborales en la Empresa PANEPUSA, mediante la aplicación de modelo electrónico propuesto; lo cual representa un importante factor de mejora del nivel de accidentalidad laboral mediante la aplicación del modelo electrónico con características de inteligencia artificial.

6. Durante el año 2011, en condiciones de operación de la empresa PANEPUSA sin el modelo electrónico de supervisión y seguridad industrial los reportes obtenidos de los costos promedios por accidentalidad laboral es de S/ 383,981.00 Nuevos Soles, desde Enero de 2011 hasta Diciembre de 2011, totalizando en las 12 áreas que comprende el Departamento de producción.

7. Durante el año 2012, en condiciones de operación de la empresa PANEPUSA con el modelo electrónico de supervisión y seguridad; los reportes obtenidos de los costos promedios por accidentalidad laboral es de S/ 44,886.00 Nuevos Soles, desde Enero de 2012 hasta Diciembre de 2012, totalizando en las 12 áreas que comprende el Departamento de producción.
8. De los reportes indicados, en el año 2011 con los costos por accidentalidad de S/ 383,981.00 Nuevos Soles y en el año 2012 con los costos por accidentalidad de S/ 44,886.00; la reducción de los costos por accidentalidad laboral en la empresa PANEPUSA es de S/ 339,095.00, el se puede representar en términos porcentuales como 88.31 %, el cual refleja el ahorro generado por la reducción de accidentes laborales en la Empresa en mención, mediante la aplicación de modelo electrónico

propuesto; lo cual representa un importante factor de mejora del índice de los costos, los mismo que son obtenidos mediante la aplicación del modelo electrónico con características de inteligencia artificial

9. La selección y dimensionamiento de las especificaciones de los sensores en el proyecto son muy importantes, porque permiten obtener información de los estados de riesgo producidos en las diversas áreas de la empresa y según sus características técnicas contribuyen a desarrollar sistemas cada vez más confiables a menor costo.

10. De la investigación bibliográfica respecto al tema investigado, se afirma que existen limitadas publicaciones sobre modelos electrónicos aplicados al tema de minimización de accidentalidad laboral, por lo general existen manuales de gestión y reglamentos de seguridad industrial.

11. Con relación al modelo adoptado en el proyecto se ha elegido un sistema con inteligencia artificial que permiten desarrollar características de confiabilidad, mejores prestaciones y con características de optimización permanente mediante reprogramación del sistema en modo interactivo.

12. La inteligencia artificial tiene muchas aplicaciones, desde proyectos sencillos como automatizaciones hasta programas mucho más complejos, con significativo número de señales de entradas, el cual sería mucho más complejo programar sin inteligencia artificial.

13. El incremento de la velocidad de procesamiento y la capacidad de memoria en los microcontroladores permiten incrementar el nivel de complejidad de las aplicaciones utilizando lenguajes de alto nivel, donde potentes compiladores generan el lenguaje de maquina optimizan los recursos e los dispositivos sin requerir tanto esfuerzo del programador lo que permite

ocupar más tiempo en el diseño de algoritmos y en como perfeccionar las aplicaciones.

14. El sistema multisensorial permite extender las zonas de supervisión, con resultados en tiempo real, permitiendo mejorar la confiabilidad y eficiencia del sistema de supervisión en pequeñas o medianas empresas y se puede mejorar las prestaciones debido a que son sistemas modulares.

15. De los resultados se puede observar la importancia de la implementación del modelo electrónico como medida de seguridad en nuestro medio como garantía de bienestar de todos los involucrados en las organizaciones empresariales. Por lo que se viabiliza los fines de cada uno de los componentes de una empresa, para que se alcancen los objetivos con mayor eficacia si se proveen los medios adecuados para reducir costos derivados de accidentes laborales.

RECOMENDACIONES

1. Se continúe el programa de apoyo a las investigaciones que permitan interactuar con las empresas a fin de atender sus requerimientos mediante Proyectos multidisciplinarios, trabajando coordinadamente en mejora de problema de accidentalidad laboral.

2. Considerando la presente investigación, como un aporte a la solución del problema de accidentalidad laboral, es factible complementar con otros proyectos fundamentados en tecnologías electrónicas cada vez más recientes, que permitan obtener resultados cada vez de mayor confiabilidad y mejora del factor costo-beneficio.

3. Promover una entidad de la Facultad de Ingeniería Industrial, que oriente su atención a las necesidades de la empresa, mediante la asesoría en temas de aplicación tecnológica, para múltiples requerimientos de la empresa.

4. Las áreas vulnerables de la empresa, por lo general es el de producción, los que representan altos indicen de riesgos, sin embargo es recomendable de que los sistemas de seguridad se extiendan en la zona administrativa, y otros que comprende la empresa, a fin de establecer una seguridad integral.

5. Según los resultados obtenidos en el presente proyecto, se recomienda a los diferentes sectores empresariales revisar y actualizar sus sistemas de seguridad de seguridad industrial, a fin de identificar vulnerabilidades, hallazgos y hechos existentes que induzcan a medidas correctivas necesarias.

6. Se recomienda desarrollar programas de inducción a la seguridad industrial, al desarrollar actividades (conferencias, reuniones

informativas) para crear un clima de comunicación de modo que se establezca un enfoque participativo que refleje mejoras en materia de productividad, autocontrol y aplicación de planes de seguridad.

7. Considerar el presente trabajo como un aporte referencial para el desarrollo de programas de seguridad que provea condiciones idóneas para un mejor desarrollo de las actividades laborales en nuestra empresa nacional.

8. De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda a las empresas considerar como prioridad la adecuación de condiciones que permitan establecer un control de las fuentes y factores de riesgos en las áreas de trabajo. A fin de considerar implementaciones de sistemas electrónicos en el contexto de una evaluación de requerimientos de la empresa, lo cual redundará en mejoras de productividad y ahorro en gastos de accidentalidad laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación Latinoamericana de Seguridad e Higiene en el Trabajo (ALASEHT). (2007). Recomendación de gestión y prevención de accidentes laborales. Buenos Aires.

2. ASIS (American Society for Industrial Security). (2003). General security risk assessment. ASIS International. Virginia. USA.

3. ASIS (American Society for Industrial Security). (2004). Private security officer selection and training. ASIS International. Virginia. USA.

4. Albarracín J.C., (2004) Gestión de la prevención de riesgos laborales. México.

5. Antonioni, G. Spadoni, G. Cozzani, V. (2009). Application of domino effecquantitative risk assessment to an extended industrial area. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Publicacion Revista IEEE Nº 09.

6. Anduiza Arriola R., Gonzales García N. La Reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. (2007). Colegio Oficial de Técnicos de Madrid.

7. Angulo G.H. (2011), Sistemas de seguridad. Ed. Paraninfo. Madrid.

8. Arunraj, N. Maiti, J. (2009). A methodology for overall consequence modeling in chemical industry. México.

9. Asfahl Ray, (2000). Seguridad Industrial y Salud, Cuarta Edición. Editorial Prentice Hall. México,

10. Attwood, D. Faisal, K. Veitch. (2006). Occupational accident- Models-Where have we been and where are we going. Journal of Loss Prevention in the process industries. UNAM. México.

11. Azquenaga Linzana, L.M. (2004). Guía para la implantación de un sistema de prevención de riesgos laborales. Ed. Fundación Confermetal. Madrid.

12. Bajo Albarracín, Juan C., (2003) Gestión de la prevención de Riesgos Laborales. Editorial Prentice Hall.

13. Barry U.D. (2005) Gestión de seguridad laboral y prevención de accidentes. Revista Nº 87. Asis International. México.

14. Bestraven Bellovin Manuel (1999) Seguridad en el trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales e Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.

15. Bijleveld, F. (2005). The variance between the Lumber of accidents and the number of victims in multivariate analysis of related outcomes. Accident analysis & Prevention. Revista 41- IEEE.

16. Boeree G. (2006). Personality Theories Psychology Departament Shippensburg University. Documento recuperado el 12 de abril de 2011 de http://www.ship.edu/%Rcgboeree/perscontents.html.

17. Browm, I. (2006). Modelling future landscape change on coastal floodplains using a rule-based GIS. Environmental Modelling & Software.

18. Bird Frank E., George L. Germain (1996). Liderazgo practico en el control de pérdidas. La conservación de personas, propiedades, procesos y ganancia.

19. Calot, G. (1990). Curso de Estadística descriptiva. Editorial Paraninfo. Madrid.

20. Caruana O.J. (2001) Informe sobre riesgos laborales y su prevención.Publicacion ALASEHT..

21. Chapman A. (2007). Maslow´s Hierarchi of Needs. Documento recuperado el 15 el abril de 2011 de www.businessballs.com/maslow.htm

22. Checa, F. (2003) El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Episteme.

23. Colvin M. & Rutland F. (2008). Is maslow¨s Hierarchi of needs a valid Model of motivation. Luisiana Tech University. Documento recuperado el 15 de abril de 2011 de http://www.business.latech.edu/

24. Cortes Díaz, José María, (2008) Seguridad e higiene del trabajo; técnicas de prevención de riesgos laborales. Madrid: Alfaomega.

25. Damasco T. (1999) Integración de sistemas de gestión ambiental, seguridad y salud ocupacional. Colombia.

26. Denton, Keith (1995) Seguridad Industrial, Administración y métodos. España Editorial McGraw-Hill.

27. Díaz-Cabrera, D. Hernández-Fernaud, E. Isla-Díaz, R. (2007). An evaluation of a new instrument to measure organisational safety cultura values and practices.Accident Analysis and Prevention. U.S.A.

28. Duran L. F. (2004), Informe de Salud laboral. Los riesgos laborales y su prevención. España.

29. Elvik, R. (2006). Enciclopedia de seguridad industrial y ergonomia. Publicación de ALASEHT.

30. Ferguson E.L. (2008) Seguridad Industrial y Salud 4ta Edición Editorial Prentice Hall México.

31. Fernández, F. R. y Ruiz C.(2004): Seguridad contra incendios. Editorial Anaya. Madrid.

32. Feist J. & Feist G. (2006) Teories of personality (sexta edición). New York. Editorial MsGraw Hill.

33. Franco Gonzales, Juan C. (1992), Seguridad Industrial (Salud Ocupacional). Quindío: Copyright.

34. Freeman & Skapura (1991) Redes neuronales artificiales. Editorial Addsison- Wesley.

35. Guerrero O. Vasant P. (2000) Artificial Intelligence: Hipeo r Reality. IEEE Computer Society .

36. Gil Fisa A., Luis Pujol Senovilla (2000) Metodología para la evaluación económica de los accidentes de trabajo. Prevención, Trabajo y Salud. Madrid.

37. Girot L.M. (2006) Análisis de eficacia de la gestión de la prevención de riesgos laborales en el contexto de la gestión de la Pymes. Revista INSHT No 37. Madrid.

38. Gómez U.H. Waltman V. (1999) Neural networks that that actually work in disgnostics, prediction & control. Tutorial IEEE.

39. Gómez Cano, Hernández Manuel (2004) Evaluación de Riesgos Laborales. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.

40. Gretener, M. (1988): Evaluación de riesgo de incendio, método de cálculo CEPREVEN. Madrid.
41. Grimaldi, John V y Rollin H. Simonds.(2006). La Seguridad Industrial, su administración. 2da edición Editorial Alfaomega,

42. Gueland, F. (1981) Para un análisis de las condiciones de trabajo obrero en la empresa C.N.R.S. Aix en Provence.

43. Hawkins, C. (2007) Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Bogotá. Mc Graw Hill.

44. Instituto Nacional de Estadística (INEI) Perú. (2009). Anuario Estadístico.

45. Instituto Nacional de Estadística (INEI) Perú. (2010). Anuario Estadístico.

46. Instituto Nacional de Estadística (INEI) Perú. (2011). Anuario Estadístico.

47. Jorgensen D. (2005). Análisis de la gestión de la prevención de riesgos laborales. Análisis epistemológico. Editorial Prentice Hall.

48. Kalantarnia, M. Khan, F. Hawboldt, K. (2009). Dynamic risk assessment using failure assessment and Bayesian theory. Journal of Loss Prevention in the Process Industries.

49. Keren, N. Millis, T. Freeman, S. Shelly, M. (2009). Can level safety climate predict level of orientation toward safety in a decision making task? Safety Science.U.S.A.

50. Kujath, M. Amyotte, P. Khan, F. (2010). A conceptual offshore oil and gas process accident model. Journal of loss prevention in the security industries.

51. Koningsveld E.A., Van Der Molen H.F. (1999) History and Future of ergonomics in building and condtruction ergonomics.

52. Lara R.R. (1998) An Introduction to Neural Networks. Editorial Prentice Hall.

53. Lowes C. (2001) Sistema de Evaluación y propuesta del tratamiento de riesgos. Editorial Prentice Hall.

54. Luo R.C., M.G. Kay (2004). Multisensor Integration and Fusion for Intelligent Machines and Systems. Madrid.

55. Martínez García, F. (2000): Sistema de evaluación y propuesta del tratamiento de riesgos. Editorial Alfaomega.

56. Martinetti B. (2008). La epistemología en los trabajos de investigación. Conceptos y aplicaciones. Editorial Alfa Omega México.

57. Mateos Beato, Alfredo (2002) Diccionario de Seguridad y Salud. Conceptos de la Ley de Prevención de riesgos laborales.

58. Martínez García, F. (2004) Estimación de pérdidas en siniestros. Revista Gerencia de Riesgos.

59. Microchip Technology Inc. (2000) Manual de componentes electrónicos. Arizona U.S.A.

60. Millaray P. Avendaño E. (1995). Microprocesadores y aplicación en la industria. Editorial Paraninfo. Madrid.

61. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2011) Boletín estadístico de situación laboral en el Perú.

62. Muller .J.P. (1996). Power full new algoritms to explore, classify, and identify patterns in data. Publicación IEEE

63. Muñoz Guerrero, J. (2004) Sistemas de Seguridad. Editorial Paraninfo. Madrid. Editorial Alfaomega.

64. Norvin I.F. (2004) How Computational Models help Explain The origins of reasoning. IEEE Computational Inteligence. Publicacion IEEE Nº 37.

65. Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2003). Recomendaciones de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

66. Organización Internacional del Trabajo. (2004). Directrices de la Oficina Internacional del Trabajo- Ginebra.

67. Organización Mundial de la Salud, (2002) La Prevención de los accidentes. Editorial Alfa Omega.

68. Paolo Busetta, Mark Carman, Luciano Serafini, Kurt Stockinger, and Floriano Zini. (2010) Grid query optimisation in the data grid. Technical report, Technical Report, Publicacion ALASEHT.

69. Pérez, C. (2010) Técnicas estadísticas con SPSS. Editorial Prentice Hall.

70. Portillo García T., Pintos Jesús (2003) Análisis de eficiencia de la gestión de la prevención de riesgos laborales en el contexto de la gestión general de la Pymes en España.

71. Reid-Cunningham A.(2008). Maslow´s Theory of motivation and Hierarchy of Human Needs. Examination Schools of Social Welfare University of California, Berkeley.

72. Rigby E. M. (2005) Fusing sensor information in a distributed intelligent survellance system for industrial departamento. Editorial Mc Graw Hill.

73. Rubio Romero Juan Carlos (2002) “Gestión de la prevención de Riesgos Laborales”

74. Runge S. Jeves T. (2000) La seguridad y la salud en el trabajo en España. Madrid.

75. Runger G. Merelo M. (2006) manual para el director de seguridad. Ed. Estudios técnicos. Madrid.

76. Savant P. Díaz Lantada (2008) Técnicas para instalación de detección automática de incendios. Madrid. Editorial Cepreven.

77. Saman E.P. (2000) Sistemas de Seguridad Industrial y prevención de accidentes. Editorial Prentice Hall.

78. Sahlin F.C. (2001) Algoritms for cooperative multisensor survellance. Proceedings of the IEEE. Conference.

79. Sari, M. Selcuk, A. karpuz, C. Sebnem, H. Duzgun, B. 2009. Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey.Safety sciencie. Ponencia Universidad de los Andes. Colombia.

80. Schneider Electric Inc. (2012) Catálogo de productos y servicios para automatización de la industria. Colombia.

81. Stroeve, S. Sharpanskykh, A. Kirwan, B. (2011). Agent-based organizational modeling for analysis of safety culture at an air navigation service provider. Reliability engineering & System safety. Conferencia UNAM. México.

82. Stuart Russell y Peter Moringa (1996). Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. Prentice Hall. 1996.
83. Tor Damaso (1999). Sistema integrado. Integración de sistemas de gestión ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional. Publicacion IEEE Nº 19.

84. Torner, M. (2011). The “social-physiology” of safety. An integrative approach to understanding organizational psychological mechanism behind safety performance. Safety Science. Ponencia UNAM. México.

85. Tauseef, S. Abbasi, T. Abbasi, S. (2011). Development of a new chemical process-industry accident database to assist in past accident analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Ponencia JOLASEHT.

86. Thomson R.O., Tocci M. Microcontroladores aplicados en automatización. Editorial Alfa Omega México.

87. Usátegui J.M. (2000) Microprocesadores. Teoría y aplicaciones. Editorial Prentice Hall. México.

88. Usategui J.M.. (2010) Aplicaciones industriales con microcontroladores. Diseño e implementación. Editorial Prentice Hall. México.

89. Vaquero Puerta J.L. (1996). Prevención de riesgos laborales. Seguridad, Higiene y Ergonomía. Ed. Pirámide. S.A. Madrid.

90. Valdes C. Hernandez M. (1995) Análisis de riesgos laborales. Instituto de seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. México.

91. Vidal Caruana G. (1996). Seguridad, Higiene y Ambiente Laboral. Ed. Ciencias de la Dirección. S.A., Madrid.

92. Watson G.L. (2004) The managers hanbook for corporate security, establishing and manging a successful assets protection program.

93. Widman. (2003). Artificial Intelligence, Simulation and Modelling. Wiley-Interscience Buenos Aires.
.
94. Yeves I.D. Galgy M. (2010) Técnicas de modelamiento de procesos industriales. Editorial Prentice Hall

BIBLIOGRAFIA EN LINEA

95. hppt://www. alaseht.com

96. http://www.businessballs.com/maslow.htm.

97. http://www.business.latech.edu/

98. http: //www.grafimetal.com/proteccion.htm

99. http://www.maxime.integrated/productos.com

100. http: //www.microchip.com

101. http: //national_semiconductor.com

102. http: //www.intel.com

103. http: //www.insht.es/

104. http: //www.jolaseht.com

105. http: //www.osha.gov

106. http://www.peak.electronics.com

107. http: //www.prevencionyseguridad.org

108. http: //www.seguridad e higiene.hotbot.com

109. http://www.sni.org

110. http://www.digesa.minsa.org

111. http://www.mtpe.org

112. http://www.drager_sensor.com

113. http://www.lighting.management.com

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE ENCUESTA

SUPERVISION Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
FORMATO DE EVALUACION DE CONDICIONES ACTUALES
EMPRESA "PANEPUSA"
AREA : **CODIGO:**
FECHA DE INSPECCION:

A)	MANEJO DE MATERIALES Y ESTIBAMIENTOS	SI	NO	Ponderación
	¿Tienen bases sólidas?			
	¿Están bien dispuestos verticalmente?			
	¿Se opera con seguridad las maquinarias para estibar?			
	¿Se utiliza carga adecuada a la capacidad del montacargas?			
	¿Están los trabajadores entrenados para el manejo de materiales?			
	¿Existen procedimientos para manejo de materiales?			
	¿Se utilizan equipos de protección personal?			
	¿Están identificados los materiales que se manipulan?			
	¿Se disponen con maquinarias para manipular materiales?			
	¿Hay señalizaciones para manipular materiales?			
	PONDERACION DEL AREA			
B)	INSTALACIONES ELECTRICAS Y PASILLOS	SI	NO	Ponderación
	¿Los atraviesan los cables eléctricos ó mangueras?			
	¿Los conductores eléctricos están identificados?			
	¿Se cumplen con normas de limpieza y orden en pasillos?			
	¿Se tienen señalización cromática en las áreas de trabajo?			
	¿Son adecuados las condiciones de iluminación del área?			
	¿Son adecuados las condiciones de temperatura y ventilación ?			
	¿Se encuentran identificados los equipos de primeros auxilios?			
	¿Se encuentran en buenas condiciones las paredes y techos ?			
	¿El piso en cada área es el adecuado según las tareas que realizan?			
	¿Se encuentran en buenas condiciones el cableado eléctrico?			
	¿Existen alambres extendidos a lo largo del área de trabajo?			
	¿Se localiza material combustible cerca de la fuente de energía?			
	PONDERACION DEL AREA			
C)	AMBIENTE LABORAL	SI	NO	Ponderación
	¿Es cordial?			
	¿Existen distracciones para el personal en áreas de trabajo?			
	¿Los trabajadores juegan bromas ó hacen sorpresas?			
	¿Existen ambiente de tensión y exigencia de parte del Jefe?			
	¿Existe comunicación entre los trabajadores y el Jefe inmediato?			
	PONDERACION DEL AREA			

D) PREVENCION CONTRA INCENDIOS	SI	NO	Ponderación
¿Existe identificación de los medios para combatir y extinguir incendio?			
¿Existe fácil acceso a los recursos para combatir y extinguir incendio?			
¿Se disponen de procedimientos de evacuación y control de incendios?			
¿Son capacitados los trabajadores para situaciones de incendios?			
¿Se disponen de extintores en el área de trabajo?			
¿Se disponen de sistema de extinción de fuego mediante uso de agua?			
¿Se puede evitar la propagación de siniestros a otras áreas?			
¿Se utiliza equipos de protección personal?			
¿Existe control permanente de posibles fuentes de ignición?			
¿Se disponen de alarmas para comunicar situaciones de peligro?			
PONDERACION DEL AREA			
E) HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	SI	NO	Ponderación
¿Existe lugar de almacenamiento de herramientas sin uso?			
¿Existe lugar específico para almacenarlos cuando se utiliza?			
¿Las maquinarias disponen de equipos de protección?			
¿Se proporciona mantenimiento preventivo a las máquinas?			
¿Se proporciona entrenamiento adecuado al personal para su uso?			
¿Se siguen procedimientos de uso de máquinas?			
¿Se toman prevenciones en uso de máquinas?			
¿Se utilizan aisladores de sonido en las máquinas de producción?			
PONDERACION DEL AREA			
F) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	SI	NO	Ponderación
¿Se utiliza casco protector?			
¿Se utiliza equipo de protección de cara?			
¿Se utiliza equipo de protección auditiva?			
¿Se utiliza equipo de protección visual?			
¿Se utiliza equipo de protección respiratoria?			
¿Se utiliza calzado de protección y de extremidades inferiores?			
¿Se utilizan protectores de manos y extremidades superiores?			
¿Se utiliza ropa de protección de cuerpo?			
PONDERACION DEL AREA			

ANEXO 2

ANALISIS DE COSTOS

ITEM	CANT	ELEMENTOS	COSTO UNITARIO (Nuevos Soles)	COSTO TOTAL (Nuevos Soles)
COMPUTADOR PERSONAL				
1	1	Computador Personal INTEL Core I5 – 3.6 Ghz RAM 8GB, HDD 1TB	2,250.00	2,250.00
2	1	Estabilizador de Voltaje de estado sólido de 1000 Watts-Supresor de Picos de 400 Voltios AC..	158.50	158.00
INTERFAZ USB- RS485 Y CABLEADO ESTRUCTURADO				
3	1	Placa PCB	45.00	45.00
4	1	Interfaz USB-RS485	53.00	53.00
5	1	Batería 3V + Zócalo	6.50	6.50
6	6	Borneras de interfaz	1.50	9.00
7	295mts	Cable UTP Categoría 5E	1.80	171.00
8	320mts	Cable de conexión de datos	0.60	72.00
9	24	Borneras RJ45	1.20	28.80
10	24	Protectores de Borneras	0.75	18.00
11	265mts	Canaletas de protección de cables de datos	0.90	58.50
ESTACIONES DE ADQUISICION DE DATOS (ESCLAVOS INTELIGENTES)				
12	12	Placas PCB	64.00	768.00
13	12	Microcontroladores PIC 16F877A	28.00	336.00
14	12	MAX487	23.50	282.00
15	36	Sensores de Humo	18.50	648.00
16	10	Sensores de gases tóxicos	34.00	340.00
17	05	Sensores de movimiento PIR	28.40	142.00
18	12	Altavoz de 8 Ohmios 60 Watts	13.50	162.00
19	12	RTC (Reloj de tiempo Real)	19.70	236.40
20	12	Cristal Osc. 20 MHz	1.35	16.20
21	12	Cristal Osc. 6 MHZ	1.10	13.20
22	12	Batería 3V + Zócalo	7.45	89.40

23	12	Reguladores de Voltaje LM7805	1.62	19.44
24	12	Potenciómetros de 100KOhms	3.45	41.40
25	12	Pulsadores	1.70	20.40
26	48	Borneras	1.10	52.80
27	12	Resistencias 47 KOhmios ¼ W	0.10	1.20
28	48	Resistencias 1K OhmIos ¼ W	0.10	4.80
29	24	Resistencias 470 Ohmios ¼ W	0.10	2.40
30	24	Resistencias 220 Ohmios ¼ W	0.10	2.40
31	24	Resistencias 100 Ohmios ¼ W	0.10	2.40
32	12	Capacitores 10 uF-16 V	0.50	6.00
33	24	Capacitores 0,1 uF-16V	0.50	12.00
34	48	Diodos Led 5mm	0.50	24.00

CASE EXTERNO

35	12	Case para sistema adquisición de datos	13.50	162.00
36	12	Fuentes de alimentación 500 watts	22.50	270.00
37	12	Ventiladores 100 watts-220 VAC	13.00	156.00

TOTAL **S/ 6,680.40**

ANEXO 3

DATASHET DE MICROCONTROLADOR 16F877

MICROCHIP

PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
  DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM), Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I^2C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external $\overline{RD}$, $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

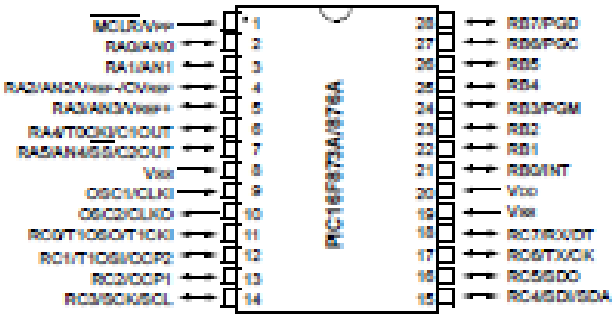
- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I^2C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

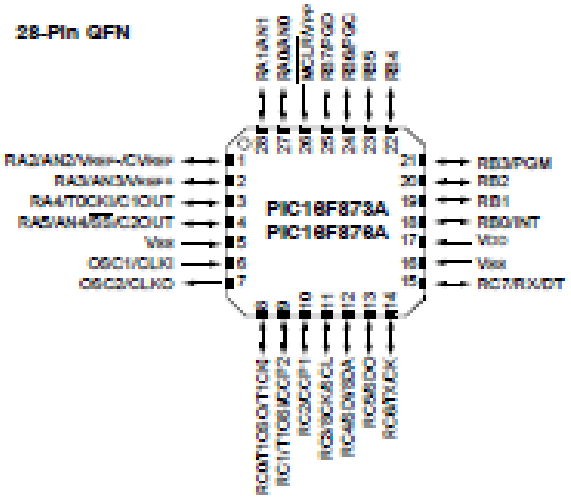
© 2003 Microchip Technology Inc.

Pin Diagrams

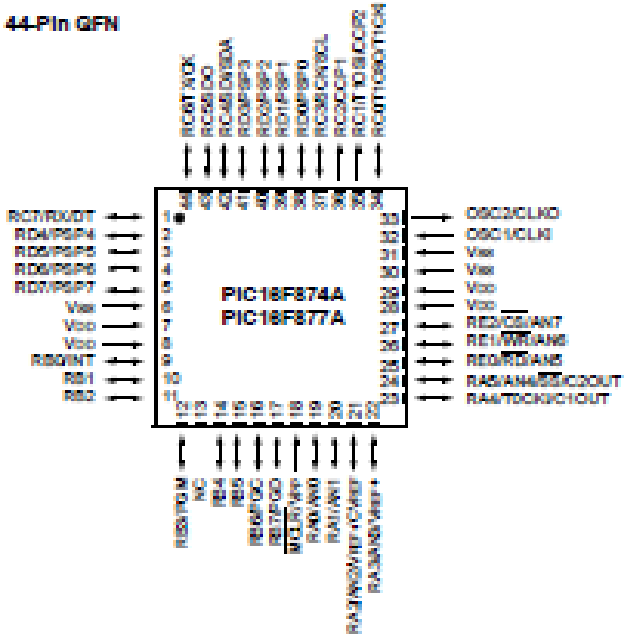
28-Pin PDIP, SOIC, SSOP



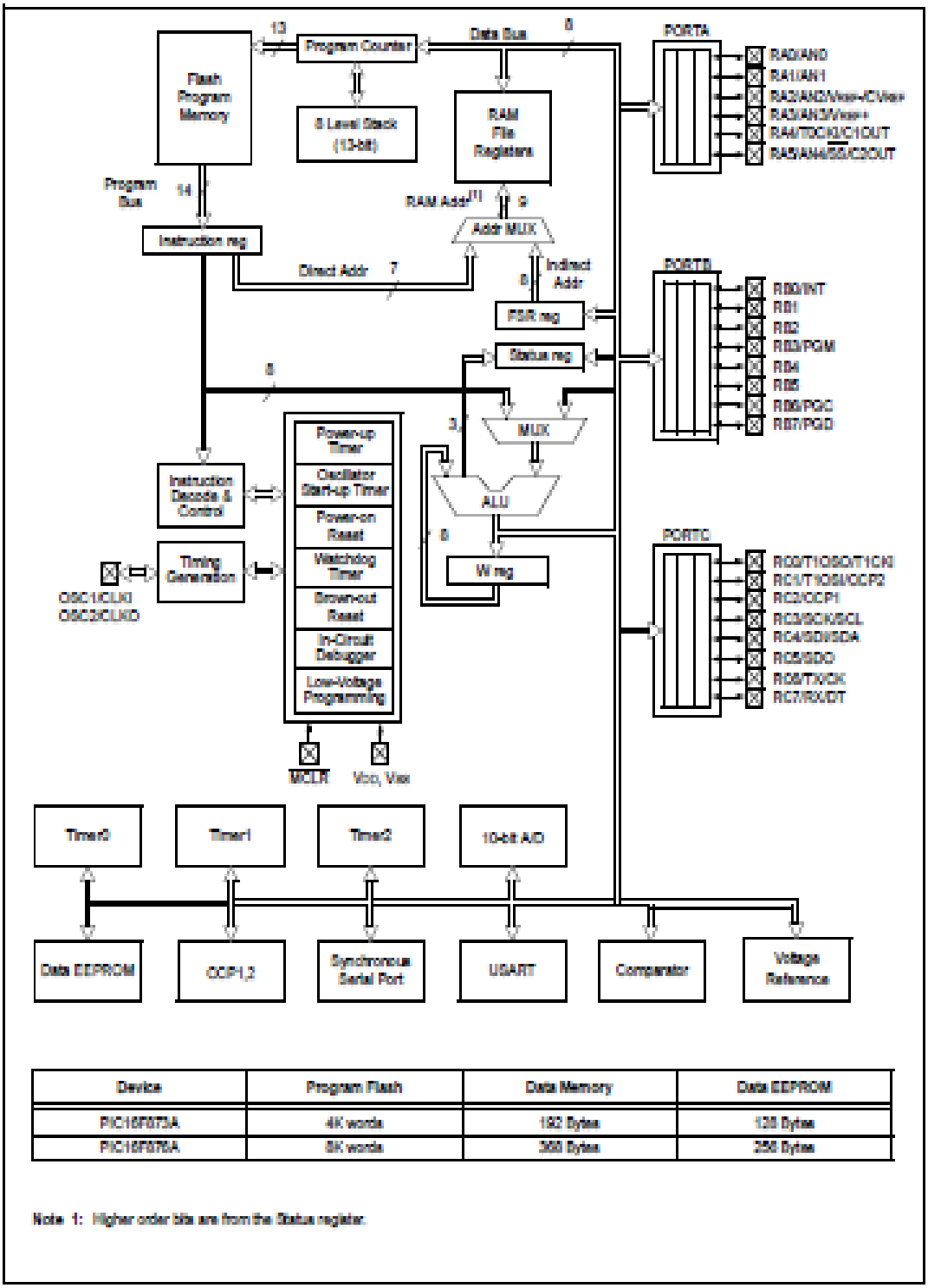
28-Pin QFN



44-Pin QFN



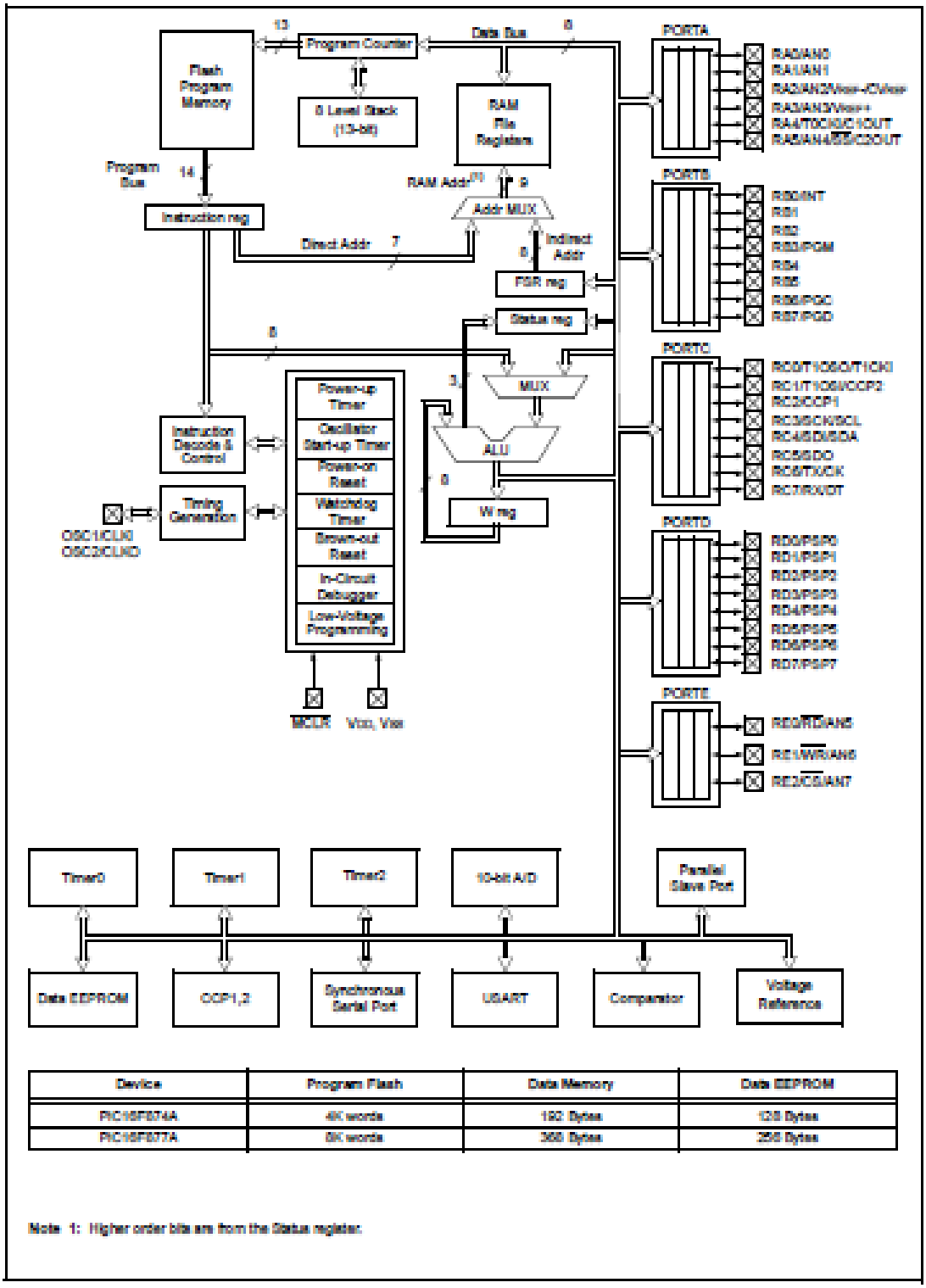
PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



Device	Program Flash	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F873A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F876A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the Status register.

PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



Device	Program Flash	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the Status register.

ANEXO 4

```
; Programa de Sistema Maestro-Esclavo
; Proyecto-Sistema de arquitectura multisensorial para supervisión y
; seguridad industrial aplicando tecnología de inteligencia artificial-.
; Dario Utrilla Salazar.

      LIST P=16F877A
      INCLUDE <P16F877A.INC>
      include <macropic_877.inc>

      __CONFIG   _CP_ALL   &_WRT_OFF   &_CPD_OFF   &_LVP_OFF   &_BODEN_OFF
&_PWRTE_ON &_WDT_ON &_HS_OSC
      ERRORLEVEL -305,-302,-306,-207,-203

      K      EQU    .129

      CBLOCK 0x20
             PCLATH_TEMP
             STATUS_TEMP
             W_TEMP
             DATO_RX
             VECES
             RESERVADO
             R_VAR1
             R_VAR2
             R_VAR3
             VAR
      ENDC


      #define LED_D4      PORTD,4
      #define LED_D3      PORTD,3

      ORG                 0000H
      jmp                 INICIO
;-----------------------
      ORG                 0004H

      rutina REVISAR_OERR

      movf          RCSTA,0
      movf          RCREG,W             ; W <-- 1er codigo
      movwf         DATO_RX             ; DATO_RX <-- W
      cje           DATO_RX,0x10,APAGA_LEDSW1
      cje           DATO_RX,0x11,ENCIENDE_LED1W1
      cje           DATO_RX,0x12,ENCIENDE_LED2W1
      cje           DATO_RX,0x13,ENCIENDE_LEDSW1
      cje           DATO_RX,0x20,APAGA_LEDSW2
      cje           DATO_RX,0x21,ENCIENDE_LED1W2
      cje           DATO_RX,0x22,ENCIENDE_LED2W2
      cje           DATO_RX,0x23,ENCIENDE_LEDSW2
      jmp           OTRO_PIC
```

```
APAGA_LEDSW1
      bcf          PORTB,1
      bcf          PORTB,2
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LED1W1
      bsf          PORTB,1
      bcf          PORTB,2
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LED2W1
      bcf          PORTB,1
      bsf          PORTB,2
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LEDSW1
      bsf          PORTB,1
      bsf          PORTB,2
      jmp          FIN_INTER

APAGA_LEDSW2
      bcf          PORTB,3
      bcf          PORTB,4
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LED1W2
      bsf          PORTB,3
      bcf          PORTB,4
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LED2W2
      bcf          PORTB,3
      bsf          PORTB,4
      jmp          FIN_INTER
ENCIENDE_LEDSW2
      bsf          PORTB,3
      bsf          PORTB,4
      jmp          FIN_INTER


FIN_INTER

      ;-----------------------------------------
OTRO_PIC

      bsf          INTCON,GIE   ;Habilita interrupción
      jmp          REPITE
;-------------------------------
;-------------------------------
;-------------------------------
;-------------------------------
;-------------------------------
; Inicio del programa principal
INICIO
      banco  1
      bcf          PORTB,0      ; Desactiva MAX485 para TX a PC
      banco  0

      bcf          PORTB,0      ; Desactiva MAX485 para TX a PC
      banco  1
      movlw  .6
      movwf  ADCON1
      bcf          OPTION_REG,7 ; Activa las resistencias Pull-UP
      movlw  B'11100000'
      movwf  TRISB
      bcf          TRISC,6            ; RC6 pin de TX
      bsf          TRISC,7            ; RC7 pin de entrada
      banco  0
```

```
      bcf         PORTB,0           ; Desactiva MAX485 para TX a PC
      mov         VAR,.1
      rutina ESTABLECER_VELOCIDAD


REPITE
      banco       0
      clrwdt
      delay_ms    .250
      bsf               PORTB,0
      delay_ms    .3
      cje               VAR,.1,DIRECCION1
      cje               VAR,.2,DIRECCION2
      clrwdt
      delay_ms    .250
      clrwdt
      delay_ms    .250
      jmp         REPITE

DIRECCION1
      movlw       0x01
      call        TX_DATO
      mov               VAR,.2

      banco       1
ESPERA_6DF1
      j0                TXSTA,TRMT,ESPERA_6DF1
      banco       0
      bcf               PORTB,0

      clrwdt
      delay_ms    .250
      clrwdt
      delay_ms    .250

DIRECCION2
      movlw       0x02
      call        TX_DATO
      mov               VAR,.1

      banco       1
ESPERA_6DF2
      j0                TXSTA,TRMT,ESPERA_6DF2
      banco       0
      bcf               PORTB,0

      clrwdt
      delay_ms    .250
      clrwdt
      delay_ms    .250
      jmp               REPITE
;**********************************
RETms
      movwf  R_VAR1
LAZO_RE1
      movlw  .250
      movwf  R_VAR2
LAZO_RE2
      movlw  .4
      movwf  R_VAR3
LAZO_RE3
      nop               ; 0.2
      decfsz R_VAR3     ; 0.2
```

```
       goto   LAZO_RE3     ; 0.4
       decfsz R_VAR2
       goto   LAZO_RE2
       decfsz R_VAR1
       goto   LAZO_RE1
       return


;*********************************************************
TX_DATO
       bsf                 STATUS,RP0
       bsf                 TXSTA,TX9D
       bsf                 TXSTA,TXEN
       bcf                 STATUS,RP0
       movwf         TXREG
       bcf                 PIR1,TXIF

       ESPERA_CX2
       j0                  PIR1,TXIF,ESPERA_CX2
       bsf                 STATUS,RP0
       bsf                 TXSTA,TXEN
       bcf                 STATUS,RP0
       return


;==================================
RETus
       movwf  R_VAR1
LAZOus
       nop
       nop
       decfsz R_VAR1
       goto   LAZOus

       return
;==================================

APAGAR_UART1
;------------------ Establecer velocidad
       banco  1
       clrf          TXSTA
       bcf           INTCON,GIE
       bcf           INTCON,PEIE
       bcf           PIE1,RCIE
       banco         0
       clrf          RCSTA
       return

APAGAR_UART
       banco         1
       clrf          TXSTA
LOOP_INTCON
       clrwdt
       bcf           INTCON,GIE
       j1            INTCON,7,LOOP_INTCON
       bcf           INTCON,PEIE
       bcf           PIE1,RCIE
       banco         0
       clrf          RCSTA
       return
;*****************************
ESTABLECER_VELOCIDAD
;------------------ Establecer velocidad
```

```
       movf         RCSTA,0
       movf         RCREG,0
       banco        1
       movlw        K            ; 9600 bps
       movwf        SPBRG
       movlw        B'01000100'
       movwf        TXSTA
       banco        0
       movlw        B'11011000'
       movwf        RCSTA
       btfss        RCSTA,OERR
       goto         XXX2
       bcf          RCSTA,CREN
       nop
       bsf          RCSTA,CREN
XXX2
       banco  1
       bsf          INTCON,GIE
       bsf          INTCON,PEIE
       bsf          PIE1,RCIE
       banco  0
       return

ESTABLECER_VELOCIDAD2
;------------------ Establecer velocidad
       banco        1
       movlw        K            ; 9600 bps
       movwf        SPBRG
       movlw        B'00100100'
       movwf        TXSTA
       banco        0
       movlw        B'10000000'
       movwf        RCSTA
       return

;*************************************
PROCESO_RECIBIR_DATOS
       rutina REVISAR_OERR
ESPERA_W1X
       j0           PIR1,RCIF,ESPERA_W1X
       movf   RCSTA,0
       movf   RCREG,W
       return
;*************************************
REVISAR_OERR
       j0           RCSTA,OERR,XXX1
       bcf          RCSTA,CREN
       nop
       bsf          RCSTA,CREN
XXX1
       return
;*************************************

       END
```

Programa del dispositivo microcontrolador Esclavo

```
       LIST P=16F877A
       INCLUDE <P16F877A.INC>
       include <macropic_877.inc>
```

```
       __CONFIG   _CP_ALL   &_WRT_OFF   &_CPD_OFF   &_LVP_OFF   &_BODEN_OFF
&_PWRTE_ON &_WDT_ON &_HS_OSC
       ERRORLEVEL -305,-302,-306,-207,-203

       K      EQU    .129

       CBLOCK 0x20
              PCLATH_TEMP
              STATUS_TEMP
              W_TEMP
              DATO_RX
              VECES
              RESERVADO
              R_VAR1
              R_VAR2
              R_VAR3
              R_VAR4
              R_VAR5
              VAR
       ENDC
       #define LED_D4             PORTD,4
       #define LED_D3             PORTD,3
       #define LED_OPERACION      PORTC,5
       #define BUZZER             PORTC,2

       delay_us     macro  X
       movlw  X
       calll  RETus
       endm

       ORG                0000H
       jmp                INICIO

;------------------------
       ORG                0004H

       rutina       REVISAR_OERR

       movf         RCSTA,0
       movf         RCREG,W             ; W <-- 1er codigo
       movwf        DATO_RX             ; DATO_RX <-- W
       cjne         DATO_RX,.1,no_es
       bsf          PORTB,0             ; habilita transmision

       movlw        .250
       movwf        R_VAR4
LAZO_R4
       movlw        .10
       movwf        R_VAR5
LAZO_R5
       nop
       nop
       nop
       nop
       decfsz       R_VAR5
       goto         LAZO_R5
       decfsz       R_VAR4
       goto         LAZO_R4

       movf         VAR,0
       call         TX_DATO
       clrf         VAR
```

```
       banco        1
ESPERA_6DF1
       j0           TXSTA,TRMT,ESPERA_6DF1
       banco        0
       bcf          PORTB,0
no_es
       movf         PCLATH_TEMP,0
       movwf        PCLATH
       swapf        STATUS_TEMP,0
       movwf        STATUS
       swapf        W_TEMP,1
       swapf        W_TEMP,0
       retfie
       ;-----------------------------------------
OTRO_PIC

       bsf          INTCON,GIE                ;Habilita interrupcion
       jmp          REPITE
;-------------------------------
; Inicio del programa principal
INICIO
       banco        1
       bcf          PORTB,0      ; Desactiva MAX485 para TX a PC
       banco        0

       bcf          PORTB,0      ; Desactiva MAX485 para TX a PC
       banco        1
       movlw        .6
       movwf        ADCON1
       bcf          OPTION_REG,7 ; Activa las resistencias Pull-UP
       movlw        B'11100110'
       movwf        TRISB
       bcf          TRISC,6             ; RC6 pin de TX
       bsf          TRISC,7             ; RC7 pin de entrada
       bcf          TRISC,5             ; RC5 led de operación
       bcf          TRISC,2             ; RC2 como salida
       mov          PR2,.100
       banco  0
       bcf          PORTB,0             ; Desactiva MAX485 para TX a PC
       mov          VAR,.1
       rutina       ESTABLECER_VELOCIDAD
       clrf         VAR
       clrwdt
       delay_ms     .250
       clrwdt
       delay_ms     .250

;*****************************************************
REPITE
       clrwdt
       bsf          LED_OPERACION
       delay_ms     .250
       bcf          LED_OPERACION
       delay_ms     .250
       j1           PORTB,1,NO_PULSO_SW1
       bsf          VAR,4
       bsf          VAR,0
       jmp          check_sw2

NO_PULSO_SW1
       bsf          VAR,4
       bcf          VAR,0
check_sw2
```

```
      j1          PORTB,2,NO_PULSO_SW2
      bsf         VAR,4
      bsf         VAR,1
      jmp         REPITE
NO_PULSO_SW2
      bsf         VAR,4
      bcf         VAR,1
      jmp         REPITE


TX_DATO
      bsf         STATUS,RP0
      bsf         TXSTA,TX9D
      bsf         TXSTA,TXEN
      bcf         STATUS,RP0
      movwf       TXREG
      bcf         PIR1,TXIF

      ESPERA_CX2
      j0          PIR1,TXIF,ESPERA_CX2
      bsf         STATUS,RP0
      bsf         TXSTA,TXEN
      bcf         STATUS,RP0
      return

;=================================
RETus
      movwf       R_VAR1
LAZOus
      nop
      nop
      decfsz      R_VAR1
      goto        LAZOus
      return
;=================================
RETms
      movwf       R_VAR1
LAZO_RE1
      movlw       .250
      movwf       R_VAR2
LAZO_RE2
      movlw       .4
      movwf       R_VAR3
LAZO_RE3
      nop         ; 0.2
      decfsz      R_VAR3       ; 0.2
      goto        LAZO_RE3     ; 0.4
      decfsz      R_VAR2
      goto        LAZO_RE2
      decfsz      R_VAR1
      goto        LAZO_RE1
      return
;=================================
APAGAR_UART1
;------------------ Establecer velocidad
      banco       1
      clrf        TXSTA
      bcf         INTCON,GIE
      bcf         INTCON,PEIE
      bcf         PIE1,RCIE
      banco       0
      clrf        RCSTA
      return
```

```
APAGAR_UART
      banco        1
      clrf         TXSTA
LOOP_INTCON
      clrwdt
      bcf          INTCON,GIE
      j1           INTCON,7,LOOP_INTCON
      bcf          INTCON,PEIE
      bcf          PIE1,RCIE
      banco        0
      clrf         RCSTA
      return
;*****************************
ESTABLECER_VELOCIDAD
;------------------ Establecer velocidad
      movf         RCSTA,0
      movf         RCREG,0
      banco        1
      movlw        K            ; 9600 bps
      movwf        SPBRG
      movlw        B'01000100'
      movwf        TXSTA
      banco        0
      movlw        B'11011000'
      movwf        RCSTA
      btfss        RCSTA,OERR
      goto         XXX2
      bcf          RCSTA,CREN
      nop
      bsf          RCSTA,CREN
XXX2
      banco        1
      bsf          INTCON,GIE
      bsf          INTCON,PEIE
      bsf          PIE1,RCIE
      banco        0
      return

ESTABLECER_VELOCIDAD2
;------------------ Establecer velocidad
      banco        1
      movlw        K            ; 9600 bps
      movwf        SPBRG
      movlw        B'00100100'
      movwf        TXSTA
      banco        0
      movlw        B'10000000'
      movwf        RCSTA
      return
;--------------------------------------


;*************************************
PROCESO_RECIBIR_DATOS
      rutina       REVISAR_OERR
ESPERA_W1X
      j0           PIR1,RCIF,ESPERA_W1X
      movf         RCSTA,0
      movf         RCREG,W
      return
;*************************************
REVISAR_OERR
```

```
        j0              RCSTA,OERR,XXX1
        bcf             RCSTA,CREN
        nop
        bsf             RCSTA,CREN
XXX1
        return
;*************************************
        END
```

ANEXO 5

PROGRAMA DE INTERFAZ DE USUARIO

```
--------------------------------------------------------------------------------
-- Sistema de arquitectura multisensorial para supervisión y seguridad
-- industrial aplicando tecnología de inteligencia artificial
-- Dario Utrilla Salazar
--------------------------------------------------------------------------------
/*
Navicat MySQL Data Transfer

Source Server         : DARIOUTRILLAS
Source Server Version : 50150
Source Host           : localhost:3306
Source Database       : bd_sensor

Target Server Type    : MYSQL
Target Server Version : 50150
File Encoding         : 65001

Date: 2013-06-16 12:18:05
*/

SET FOREIGN_KEY_CHECKS=0;
-- ----------------------------
-- Table structure for `area`
-- ----------------------------
DROP TABLE IF EXISTS `area`;
CREATE TABLE `area` (
  `idAREA` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cod_interno` varchar(40) DEFAULT NULL,
  `descArea` varchar(70) DEFAULT NULL,
  `Estacion_idEs` int(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`idAREA`),
  KEY `fk_AREA_Estacion1` (`Estacion_idEs`),
  CONSTRAINT `fk_AREA_Estacion1` FOREIGN KEY (`Estacion_idEs`)
REFERENCES `estacion` (`idEs`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=13 DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------
-- Records of area
-- ----------------------------
INSERT INTO area VALUES ('1', 'A1', 'DEPOST. PINTURAS', '1');
INSERT INTO area VALUES ('2', 'A2', 'ROUTER', '2');
```

```
INSERT INTO area VALUES ('3', 'A3', 'ESTRUCTURAS', '3');
INSERT INTO area VALUES ('4', 'A4', 'ELECTRICIDAD', '4');
INSERT INTO area VALUES ('5', 'A5', 'GABINETES 01', '5');
INSERT INTO area VALUES ('6', 'A6', 'GABINETES 02', '6');
INSERT INTO area VALUES ('7', 'A7', 'LAMINADOS 01', '7');
INSERT INTO area VALUES ('8', 'A8', 'LAMINADOS 02', '8');
INSERT INTO area VALUES ('9', 'A9', 'ACRILICOS', '9');
INSERT INTO area VALUES ('10','A10','PINTURA', '10');
INSERT INTO area VALUES ('11', 'A11', 'NEONES', '11');
INSERT INTO area VALUES ('12', 'A12', 'CARPINTERIA', '12');

-- ----------------------------
-- Table structure for `estacion`
-- ----------------------------
DROP TABLE IF EXISTS `estacion`;
CREATE TABLE `estacion` (
  `idEs` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cod_interno` varchar(40) DEFAULT NULL,
  `descEs` varchar(90) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`idEs`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=13 DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------
-- Records of estacion
-- ----------------------------
INSERT INTO estacion VALUES ('1', 'S1', 'ESCLAVO 1');
INSERT INTO estacion VALUES ('2', 'S2', 'ESCLAVO 2');
INSERT INTO estacion VALUES ('3', 'S3', 'ESCLAVO 3');
INSERT INTO estacion VALUES ('4', 'S4', 'ESCLAVO 4');
INSERT INTO estacion VALUES ('5', 'S5', 'ESCLAVO 5');
INSERT INTO estacion VALUES ('6', 'S6', 'ESCLAVO 6');
INSERT INTO estacion VALUES ('7', 'S7', 'ESCLAVO 7');
INSERT INTO estacion VALUES ('8', 'S8', 'ESCLAVO 8');
INSERT INTO estacion VALUES ('9', 'S9', 'ESCLAVO 9');
INSERT INTO estacion VALUES ('10', 'S10', 'ESCLAVO 10');
INSERT INTO estacion VALUES ('11', 'S11', 'ESCLAVO 11');
INSERT INTO estacion VALUES ('12', 'S12', 'ESCLAVO 12');

-- ----------------------------
-- Table structure for `est_sen`
-- ----------------------------
DROP TABLE IF EXISTS `est_sen`;
CREATE TABLE `est_sen` (
  `idEs` int(11) NOT NULL,
  `idSensor` int(11) NOT NULL,
  `estado` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`idEs`,`idSensor`),
  KEY `fk_est_sen_Estacion` (`idEs`),
  KEY `fk_est_sen_Sensor1` (`idSensor`),
```

```
  CONSTRAINT `fk_est_sen_Estacion` FOREIGN KEY (`idEs`)
REFERENCES `estacion` (`idEs`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION,
  CONSTRAINT `fk_est_sen_Sensor1` FOREIGN KEY (`idSensor`)
REFERENCES `sensor` (`idSensor`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE
NO ACTION
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------
-- Records of est_sen
-- ----------------------------
INSERT INTO est_sen VALUES ('1', '1', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('1', '2', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('2', '3', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('2', '4', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('3', '5', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('3', '6', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('3', '7', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('3', '8', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '9', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '10', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '11', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '12', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '37', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '38', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '46', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('4', '47', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('5', '13', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('5', '14', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('5', '15', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('5', '16', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('5', '39', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('6', '17', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('6', '18', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('6', '19', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('6', '20', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('6', '40', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('7', '21', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('7', '22', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('7', '23', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('7', '24', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('7', '41', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('8', '25', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('8', '26', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('8', '27', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('8', '28', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('8', '42', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('9', '29', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('9', '30', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('9', '43', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('10', '31', '0');
```

```
INSERT INTO est_sen VALUES ('10', '32', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('11', '33', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('11', '34', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('11', '44', '0');
INSERT INTO est_sen VALUES ('12', '35', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('12', '36', null);
INSERT INTO est_sen VALUES ('12', '45', null);

-- ----------------------------
-- Table structure for `mov_incidentes`
-- ----------------------------
DROP TABLE IF EXISTS `mov_incidentes`;
CREATE TABLE `mov_incidentes` (
  `idEs` int(11) NOT NULL,
  `idSensor` int(11) NOT NULL,
  `fecha_inc` date NOT NULL DEFAULT '0000-00-00',
  `hora_inc` time DEFAULT NULL,
  `desc_act` varchar(100) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`idEs`,`idSensor`,`fecha_inc`),
  KEY `fk_Mov_Incidentes_est_sen1` (`idEs`,`idSensor`),
  CONSTRAINT `fk_Mov_Incidentes_est_sen1` FOREIGN KEY (`idEs`,
`idSensor`) REFERENCES `est_sen` (`idEs`, `idSensor`) ON DELETE
NO ACTION ON UPDATE NO ACTION
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------
-- Records of mov_incidentes
-- ----------------------------
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '1', '2011-01-02',
'08:39:48', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '1', '2011-04-07',
'23:40:09', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '1', '2011-10-24',
'04:30:11', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '1', '2011-12-28',
'01:59:36', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '1', '2012-03-27',
'13:35:20', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '2', '2011-04-11',
'18:11:14', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('1', '2', '2011-10-16',
'17:11:23', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '3', '2011-03-15',
'11:59:23', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '3', '2011-06-13',
'09:21:16', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '3', '2011-07-27',
'19:11:58', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '3', '2011-10-23',
'03:40:50', 'Actividad detectada');
```

```
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '3', '2012-07-15',
'23:16:05', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '4', '2011-01-04',
'11:49:40', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '4', '2011-01-27',
'12:29:35', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('2', '4', '2011-03-07',
'14:27:28', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('3', '5', '2011-03-01',
'17:59:25', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('3', '6', '2011-08-08',
'23:02:24', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('3', '7', '2011-02-01',
'22:54:15', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('3', '7', '2011-06-04',
'22:32:23', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('3', '8', '2011-07-02',
'15:12:43', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '9', '2011-01-16',
'15:33:25', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '9', '2011-04-19',
'08:17:22', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '9', '2011-07-05',
'12:51:53', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '9', '2012-01-12',
'17:42:03', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '10', '2011-07-23',
'20:03:32', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '10', '2011-11-08',
'22:29:59', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '38', '2011-09-26',
'03:48:07', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '46', '2011-10-12',
'18:45:22', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '46', '2011-12-20',
'21:31:36', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('4', '46', '2012-10-14',
'18:22:47', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('5', '13', '2011-05-23',
'14:35:03', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('5', '16', '2011-08-28',
'11:37:31', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('5', '39', '2011-02-04',
'07:23:16', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('5', '39', '2011-03-22',
'08:44:11', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('5', '39', '2012-06-07',
'23:21:33', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '17', '2011-07-27',
'13:39:07', 'Actividad detectada');
```

```
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '17', '2011-11-02',
'07:03:23', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '17', '2012-03-19',
'04:02:55', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '19', '2011-08-26',
'20:41:08', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '20', '2011-07-10',
'22:11:35', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '40', '2011-03-11',
'18:30:54', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('6', '40', '2011-04-14',
'19:52:54', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '22', '2011-05-16',
'12:20:50', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '22', '2011-10-16',
'23:08:26', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '22', '2012-07-26',
'06:06:37', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '23', '2011-08-16',
'05:09:10', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '24', '2011-01-08',
'11:45:46', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '24', '2011-04-25',
'13:43:06', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '24', '2012-04-17',
'07:42:03', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '41', '2011-04-22',
'10:51:22', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('7', '41', '2011-12-04',
'14:10:30', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '26', '2011-07-01',
'14:38:50', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '26', '2011-11-04',
'13:10:38', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '27', '2011-11-09',
'07:02:49', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '42', '2011-01-12',
'01:36:29', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '42', '2011-03-24',
'17:31:02', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('8', '42', '2011-10-14',
'22:27:08', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('9', '30', '2011-07-15',
'21:44:39', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('9', '43', '2011-02-11',
'22:12:17', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('9', '43', '2011-05-07',
'14:42:55', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('9', '43', '2011-07-21',
'13:56:45', 'Actividad detectada');
```

```
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('9', '43', '2011-09-12',
'22:31:37', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '31', '2011-04-24',
'18:56:49', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '32', '2011-03-12',
'05:52:08', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '32', '2011-04-07',
'07:22:41', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '32', '2011-06-17',
'15:16:59', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '32', '2011-06-21',
'12:19:30', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('10', '32', '2011-10-06',
'11:37:06', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '33', '2011-07-13',
'05:17:24', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '33', '2011-09-15',
'18:52:43', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '34', '2011-01-20',
'13:22:16', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '34', '2011-02-11',
'15:32:16', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '34', '2011-05-07',
'17:39:22', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '34', '2011-11-28',
'23:17:31', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '34', '2012-03-09',
'22:14:07', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('11', '44', '2011-09-28',
'18:43:11', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('12', '35', '2011-03-14',
'16:35:22', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('12', '35', '2011-06-09',
'14:57:56', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('12', '36', '2011-10-28',
'17:06:17', 'Actividad detectada');
INSERT INTO mov_incidentes VALUES ('12', '45', '2011-08-04',
'10:06:02', 'Actividad detectada');

-- ----------------------------
-- Table structure for `sensor`
-- ----------------------------
DROP TABLE IF EXISTS `sensor`;
CREATE TABLE `sensor` (
  `idSensor` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cod_interno` varchar(40) DEFAULT NULL,
  `descSe` varchar(90) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`idSensor`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=48 DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------
```

```
-- Records of sensor
-- ----------------------------
INSERT INTO sensor VALUES ('1', 'SHU01', 'Sensor de Humo 01');
INSERT INTO sensor VALUES ('2', 'SHU02', 'Sensor de Humo 02');
INSERT INTO sensor VALUES ('3', 'SHU03', 'Sensor de Humo 03');
INSERT INTO sensor VALUES ('4', 'SHU04', 'Sensor de Humo 04');
INSERT INTO sensor VALUES ('5', 'SHU05', 'Sensor de Humo 05');
INSERT INTO sensor VALUES ('6', 'SHU06', 'Sensor de Humo 06');
INSERT INTO sensor VALUES ('7', 'SHU07', 'Sensor de Humo 07');
INSERT INTO sensor VALUES ('8', 'SHU08', 'Sensor de Humo 08');
INSERT INTO sensor VALUES ('9', 'SHU09', 'Sensor de Humo 09');
INSERT INTO sensor VALUES ('10', 'SHU10', 'Sensor de Humo 10');
INSERT INTO sensor VALUES ('11', 'SHU11', 'Sensor de Humo 11');
INSERT INTO sensor VALUES ('12', 'SHU12', 'Sensor de Humo 12');
INSERT INTO sensor VALUES ('13', 'SHU13', 'Sensor de Humo 13');
INSERT INTO sensor VALUES ('14', 'SHU14', 'Sensor de Humo 14');
INSERT INTO sensor VALUES ('15', 'SHU15', 'Sensor de Humo 15');
INSERT INTO sensor VALUES ('16', 'SHU16', 'Sensor de Humo 16');
INSERT INTO sensor VALUES ('17', 'SHU17', 'Sensor de Humo 17');
INSERT INTO sensor VALUES ('18', 'SHU18', 'Sensor de Humo 18');
INSERT INTO sensor VALUES ('19', 'SHU19', 'Sensor de Humo 19');
INSERT INTO sensor VALUES ('20', 'SHU20', 'Sensor de Humo 20');
INSERT INTO sensor VALUES ('21', 'SHU21', 'Sensor de Humo 21');
INSERT INTO sensor VALUES ('22', 'SHU22', 'Sensor de Humo 22');
INSERT INTO sensor VALUES ('23', 'SHU23', 'Sensor de Humo 23');
INSERT INTO sensor VALUES ('24', 'SHU24', 'Sensor de Humo 24');
INSERT INTO sensor VALUES ('25', 'SHU25', 'Sensor de Humo 25');
INSERT INTO sensor VALUES ('26', 'SHU26', 'Sensor de Humo 26');
INSERT INTO sensor VALUES ('27', 'SHU27', 'Sensor de Humo 27');
INSERT INTO sensor VALUES ('28', 'SHU28', 'Sensor de Humo 28');
INSERT INTO sensor VALUES ('29', 'SHU29', 'Sensor de Humo 29');
INSERT INTO sensor VALUES ('30', 'SHU30', 'Sensor de Humo 30');
INSERT INTO sensor VALUES ('31', 'SHU31', 'Sensor de Humo 31');
INSERT INTO sensor VALUES ('32', 'SHU32', 'Sensor de Humo 32');
INSERT INTO sensor VALUES ('33', 'SHU33', 'Sensor de Humo 33');
INSERT INTO sensor VALUES ('34', 'SHU34', 'Sensor de Humo 34');
INSERT INTO sensor VALUES ('35', 'SHU35', 'Sensor de Humo 35');
INSERT INTO sensor VALUES ('36', 'SHU36', 'Sensor de Humo 36');
INSERT INTO sensor VALUES ('37', 'SGT01', 'Sensor Gas toxico
01');
INSERT INTO sensor VALUES ('38', 'SGT02', 'Sensor Gas toxico
02');
INSERT INTO sensor VALUES ('39', 'SGT03', 'Sensor Gas toxico
03');
INSERT INTO sensor VALUES ('40', 'SGT04', 'Sensor Gas toxico
04');
INSERT INTO sensor VALUES ('41', 'SGT05', 'Sensor Gas toxico
05');
INSERT INTO sensor VALUES ('42', 'SGT06', 'Sensor Gas toxico
06');
```

```
INSERT INTO sensor VALUES ('43', 'SGT07', 'Sensor Gas toxico
07');
INSERT INTO sensor VALUES ('44', 'SGT08', 'Sensor Gas toxico
08');
INSERT INTO sensor VALUES ('45', 'SGT09', 'Sensor Gas toxico
09');
INSERT INTO sensor VALUES ('46', 'SMV01', 'Sensor movimiento
01');
INSERT INTO sensor VALUES ('47', 'SMV02', 'Sensor movimiento
02');

-- ----------------------------
-- Procedure structure for `pr_table_002`
-- ----------------------------
DROP PROCEDURE IF EXISTS `pr_table_002`;
DELIMITER ;;
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `pr_table_002`()
BEGIN
     #Routine body goes here...
DECLARE I INT DEFAULT 0 ;
DECLARE ID INT DEFAULT 37;
DECLARE cod_int VARCHAR(40);
DECLARE descp   VARCHAR(40);
DECLARE var_dig  VARCHAR(2);
     REPEAT
    SET I = I + 1 ;
    IF ( I < 10 )THEN
                 SET var_dig = CONCAT('0',I) ;
    ELSE
       SET var_dig = I;
    END IF;
    SET cod_int = CONCAT('SGT',var_dig);
    SET  descp   = CONCAT('Sensor Gas toxico ',var_dig);
    INSERT sensor VALUES ( ID,cod_int,descp );
     SET ID = ID + 1 ;
  UNTIL ( I = 9 )
  END REPEAT;


END
;;
DELIMITER ;

-- ----------------------------
-- Procedure structure for `pr_update_table`
-- ----------------------------
DROP PROCEDURE IF EXISTS `pr_update_table`;
DELIMITER ;;
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `pr_update_table`()
BEGIN
     #Routine body goes here...
```

```
DECLARE I INT DEFAULT 0 ;
DECLARE ID INT DEFAULT 37;
DECLARE var_dig  VARCHAR(2);
     REPEAT
    SET I = I + 1 ;
    IF ( I < 10 )THEN
                 SET var_dig = CONCAT('0',I) ;
    ELSE
       SET var_dig = I;
    END IF;
    UPDATE sensor
      SET  sensor.cod_interno = CONCAT('SHU', var_dig) ,
           sensor.descSe      = CONCAT( 'Sensor de Humo
',var_dig)
    WHERE sensor.idSensor = I ;
  UNTIL ( I = 36 )
  END REPEAT;


END
;;
DELIMITER ;

-- ----------------------------
-- Procedure structure for `qr_001`
-- ----------------------------
DROP PROCEDURE IF EXISTS `qr_001`;
DELIMITER ;;
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `qr_001`()
BEGIN
     #Routine body goes here...

DECLARE I INT DEFAULT 0 ;
DECLARE ID INT DEFAULT 7;
DECLARE cod_int VARCHAR(40);
DECLARE descp   VARCHAR(40);
DECLARE var_dig  VARCHAR(2);
     REPEAT
    SET I = 0;
    WHILE( I <= 5)DO
      SET I = I + 1 ;
      INSERT est_sen VALUES ( ID,I,0);
       END WHILE;
    SET ID = ID + 1 ;
  UNTIL ( ID = 12 )
  END REPEAT;

END
;;
DELIMITER ;
```