

**Análisis de las Condiciones Laborales de la Empresa  
Pasterizadora de Leches LECHESAN S.A. por medio de  
Métodos de Valoración Ergonómica**

**Natalia Milena Duarte Muñoz**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
Bucaramanga  
2009**

**Análisis de las Condiciones Laborales de la Empresa  
Pasterizadora de Leches LECHESAN S.A. por medio de  
Métodos de Valoración Ergonómica**

**Natalia Milena Duarte Muñoz**

**Proyecto de Grado para optar el título de  
Diseñador Industrial**

**Director de Proyecto**

**D.I. María Fernanda Maradei García**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
Bucaramanga**

**2009**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. IMPACTO ESPERADO	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. ALCANCE DE LA PRÁCTICA	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. LEST	3
2.2. OWAS	5
2.3. NIOSH	10
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE TRABAJO EN LECHESAN S.A.	17
3.1. AREA ADMINISTRATIVA	18
3.2. AREA COMERCIAL	21
3.3. LOGÍSTICA	22
3.4. AREA PRODUCCIÓN	25
4. ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES DIRECTAS	32
4.1. ENVASADO DE AGUA EN BOLSA	32
4.2. CAVA	34
4.3. LABORATORIO	35
4.4. LAVADO DE CESTILLOS	37
4.5. LECHE BOLSA	38
4.6. PASTERIZADO	40
4.7. PLATO	42
4.8. RECEPCIÓN DE LECHE EN TIMBOS Y CANTINAS	43
4.9. SOPLADO DE PREFORMAS	44
4.10. TAMPICO	46
4.11. SELECCIÓN DEL ÁREA A INTERVENIR	47
5. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ENCONTRADA	49

5.1. ACTIVIDAD CRÍTICA ENCONTRADA	49
5.2. CAUSAS DE LA ACTIVIDAD CRÍTICA	49
5.3. CONSECUENCIAS ACTIVIDAD CRÍTICA	50
6. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	51
6.1. REQUERIMIENTOS DE USO	51
6.2. REQUERIMIENTOS FORMALES	52
6.3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	53
6.4. REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES	53
6.4.1. Análisis Físico Químico	53
6.4.2. Área de Siembra:	54
6.4.3. Área de Recuento	54
6.4.4. Cuarto de Cuarentena	54
7. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN ERGONÓMICA	55
7.1. BOCETOS PRELIMINARES	55
7.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	56
7.2.1. Alternativa Uno	56
7.2.2. Alternativa Dos	59
7.2.3. Alternativa Tres	61
7.3. PROPUESTA FINAL	63
7.3.1. Distribución	63
7.3.2. Mobiliario	64
7.3.3. Señalización	67
8. DESARROLLOS ALTERNOS	68
9. CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Dimensiones y variables consideradas en el método LEST	4
Tabla 2: Sistema de puntuación del método LEST	5
Tabla 3: Codificación de las posiciones de la espalda OWAS	7
Tabla 4: Codificación de las posiciones de los brazos OWAS	7
Tabla 5: Codificación de las posiciones de las piernas para OWAS	7
Tabla 6: Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas OWAS	8
Tabla 7: Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas OWAS.	9
Tabla 8: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de los Códigos de postura para aplicación de OWAS.	9
Tabla 9: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa para aplicación de OWAS.	10
Tabla 10: Cálculo del Factor de Frecuencia para la aplicación de NIOSH	15
Tabla 11: Cálculo de la duración de la tarea para la aplicación de NIOSH	15
Tabla 12: Cálculo del factor de agarre para la aplicación de NIOSH	16

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Posición estándar de levantamiento para aplicación de NIOSH.	13
Figura 2: Medición del Ángulo de Asimetría para aplicación de NIOSH.	13
Figura 3: Ubicación de taller automotriz y taller industrial, se enmarca con trazo azul la ruta más rápida entre las dos áreas.	26
Figura 4: Operario de planta de producción manipulando ácido nítrico y soda cáustica.	26
Figura 5 : Actual sistema dispensador de ácido nítrico y soda cáustica.	27
Figura 6: Actual ayuda técnica para desplazamiento de los químicos.	27
Figura 7: Ruta del vehículo recolector de basuras en la planta	27
Figura 8: Fotografía alrededores de los almacenamientos de desechos y la planta de tratamiento de aguas residuales.	28
Figura 9: Fotografías de tanques de almacenamiento de leche con evidentes afecciones de óxido del material.	28
Figura 10: Fotografía operario agua bolsa evidenciando las causas de las posturas penosas y objetivos de intervención	33
Figura 11: Fotografía operario agua bolsa evidenciando la alternativa de intervención mejoramiento condiciones del trabajo.	33
Figura 12: fotografía de la interfaz del equipo de envasado de agua bolsa.	33
Figura 13: Vista general de la cava de LECHESAN SA	34
Figura 14: Fotografía de operario en cava evidenciando la postura que adopta en la tarea de descargue.	34
Figura 15: Fotografía sistema de almacenamiento.	36
Figura 16: Fotografías exterior e interior de las áreas de análisis microbiológico en el laboratorio	36
Figura 17: Fotografía en análisis de leche cruda	37
Figura 18: Operario en lavado de cestillos.	38
Figura 19: Envasadoras de leche en bolsa y banda transportadora.	39
Figura 20: Fotografías operario de pasteurizado realizando tareas de registro de estado del equipo, proceso y condiciones de la leche	41
Figura 21: Actual ubicación para herramientas de pasteurizado	41

Figura 22: Fotografías operarios en plato.	42
Figura 23: Actual sistema de almacenamiento de instrumentos necesarios para desarrollar la labor de recepción de leche cruda.	43
Figura 24: Fotografías de operario de soplado de preformas desarrollando diferentes tareas.	45
Figura 25: Fotografía de área de pasteurizado y preparación de Tampico	46
Figura 26: Fotografías en envasado PET que evidencian las posturas penosas que adopta el operario para realizar las tareas.	46
Figura 27: Bocetos preliminares de mobiliario para el laboratorio	55
Figura 28: Bocetos preliminares de mobiliario para laboratorio	56
Figura 29: distribución del laboratorio vista aérea alternativa uno	57
Figura 30: Armario para almacenamiento de productos en cuarentena, biblioteca, y almacenamiento de agua destilada	57
Figura 31: Vista del área de cuarentena por parte del personal de producción.	57
Figura 32: mobiliario del área de siembra y análisis físico químico.	58
Figura 33: mobiliario del área de recuento.	58
Figura 34: distribución del laboratorio vista aérea alternativa dos	59
Figura 35: Área de cuarentena, biblioteca y emergencias alternativa dos.	59
Figura 36: mobiliario del área de siembra y área de recuento.	60
Figura 37: mobiliario del área de análisis físico químico	60
Figura 38: distribución del laboratorio vista aérea alternativa tres	61
Figura 39: Área de cuarentena, unidad de lavado y biblioteca	61
Figura 40: mobiliario del área de análisis físico químico	62
Figura 41: Comparativa de distribuciones del laboratorio	63
Figura 42: Detalle de las mesas de trabajo	64
Figura 43: Detalle de la unidad de lavado, y unidad de emergencias.	65
Figura 44: Imagen de armario de cuarentena, biblioteca, cava, tablero, unidad de lavado y zona de recuento.	66
Figura 45: Ejemplo señalización de zonas del laboratorio	67

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Dimensiones, variables y datos considerados en la implementación del método LEST.	73
Anexo 2: Instrumentos y sustancias del laboratorio de LECHE SAN S.	75
Anexo 3: Portadas de la base de datos de LECHE SAN S.A.	78
Anexo 4: Diseño de mobiliario para la recepción de LECHE SAN S.A.	79
Anexo 5: Modelo de el mecanismo de la unidad móvil de bombeo de ácido nítrico y soda cáustica.	80
Anexo 6: Imagen compendio de la señalización según Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.	81
Anexo 7: Evaluación de alternativas QFD.	82

## RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES LABORALES DE LA EMPRESA PASTERIZADORA DE LECHE LECHESAN S.A. POR MEDIO DE MÉTODOS DE VALORACIÓN ERGONÓMICA, MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL

AUTOR: DUARTE, Natalia \*\*

PALABRAS CLAVE: métodos ergonómicos, condiciones laborales, validar, puestos de trabajo, observaciones abiertas, LEST, OWAS, NIOSH, confort luminoso.

### CONTENIDO

El proyecto a realizar en la empresa LECHESAN S.A. Consiste en analizar y evaluar a través de métodos ergonómicos las condiciones laborales, en una primera instancia se utilizaron observaciones abiertas de los puestos de trabajo donde se identificó el sector empresarial con mayores inconvenientes. Posteriormente se concentró la observación y evaluación en el sector problema, de manera que se pudo conocer las causas y las consecuencias que afectan directamente a los trabajadores y por consiguiente a la empresa, para así diseñar y validar un programa de mejoramiento de las condiciones laborales de los trabajadores.

Ejecutando el orden planteado se realizó un reconocimiento del funcionamiento de la empresa de manera detallada, y utilizando el método de valoración ergonómica LEST, la aplicación del método ofreció argumentos para la selección de los sectores que se deberían investigar a profundidad; de los cuales se encontraron los sectores de envasado agua bolsa, cava, laboratorio, lavado de cestillos, envasado de leche bolsa, pasteurizado, plato, recepción de leche, soplado de preformas y preparación, pasteurizado y envasado de Tampico citrus punch. Además se aplicaron métodos de valoración ergonómica como el NIOSH aplicado para el análisis de levantamiento de cargas en cava y recepción de leche en cantinas y timbos; OWAS para análisis. También se realizó un análisis del confort del ambiente luminoso en cava, envasado de leche y agua bolsa.

Teniendo los resultados de estas observaciones directas se decide realizar las correcciones necesarias en el ambiente lumínico, planteando el diseño de iluminación en las áreas correspondientes. Se selecciona el laboratorio por ser el sector más crítico, para realizar la propuesta de diseño que mejore las condiciones laborales

---

\* Trabajo de Grado para optar al título de Diseñador Industrial.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director del Proyecto: Ph.D. Maria Fernanda Maradei García.

## SUMMARY

TITLE: ANALYSIS OF THE WORKING CONDITIONS OF THE PASTEURIZER MILK COMPANY LECHESAN S.A. THROUGH METHODS POLL ERGONOMICS, BUSINESS\* PRACTICE MODE

AUTHOR: DUARTE, Natalia\*\*

KEYWORDS: ergonomic methods, business conditions, validate, work place, open observations, LEST, OWAS, NIOSH, lighting comfort.

### DESCRIPTION

The project to be carried out in the company LECHESAN S.A. consists of analyzing and assessing methods through ergonomic working conditions, in the first instance based on open observations of jobs that may identify the business sector with drawbacks. Then concentrate on the monitoring and evaluation at the point problem, so that we can learn about the causes and consequences that directly affect workers and hence the company, so design and validate a program to improve the working conditions of workers.

Running order was carried out raised a recognition of the company's operation detail, and planned implementation of the valuation ergonomic method LEST, the method arguments offered to company directors and to me for selecting the sectors should be investigated in depth, in which were found, filling water bag, cold room, laboratory, basket washing, packaging bag of milk, pasteurized, dish, receiving milk, blown preforms and preparation, pasteurized and packaging of Tampico citrus punch. At this stage valuation methods were applied as ergonomic NIOSH applied to the analysis of lifting loads in cava and receiving milk canteens and timber; OWAS for postural analysis. We also performed an analysis of ambient light comfort in cava, packaged milk and water bag.

Taking the results of these observations is decided to carry out the necessary corrections in the light environment, raising the lighting design in the areas concerned. It is chosen the laboratory because it is the most critical sector in the company for making the design that improves the work environment.

---

\* *Working Grade qualify for the title of Industrial Designer..*

\*\* *Physical-Mecanics Engineering Faculty. School of. Industrial Designe Project Director:  
Ph. D. Maria Fernanda Maradei García*

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el conocimiento de la ergonomía dejó de ser un lujo para las empresas. Ya que se reconoce la necesidad de la humanización del trabajo y del aprovechamiento en el correcto funcionamiento técnico de los medios en los puestos de trabajo y su influencia en la productividad.

Frente a lo cual la ergonomía tiene que estudiar constantemente la relación del hombre con su trabajo fuera de un laboratorio, en todas sus variables, se puede decir que una buena conformación de los puestos de trabajo además de beneficiar al hombre lleva en la mayoría de los casos a una mayor rentabilidad, por reducción de accidentes laborales, lesiones, incapacidades y número de errores frente una mejora en la efectividad de las tareas, mejor calidad y mejor ambiente de trabajo.

La empresa Pasterizadora de Leches de Santander LECHESAN S.A. actualmente se encuentra en desarrollo de un proyecto de mejoramiento en búsqueda de aumentar la calidad de sus productos y de las condiciones de trabajo en la planta de Bucaramanga. Hasta ahora cuentan con proyectos adelantados por el Sistema de Gestión de Calidad SGC y por prácticas de especialistas en salud ocupacional, pero no han abarcado en profundidad el aspecto ergonómico en función de propuestas de mejoramiento de tipo organizacional, material, o de diseño de puestos de trabajo.

Para el desarrollo del proyecto se fundamentó la investigación en métodos de valoración ergonómica, a través de los cuales se llegó a un diagnóstico que permitió establecer las necesidades específicas de la empresa, y una vez siendo identificadas se procedió a plantear diferentes alternativas de solución, utilizando la metodología de diseño, llegando a una propuesta final de tipo material y organizacional de mejoramiento.

## **1. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Identificar, analizar y proponer soluciones de una actividad detectada como crítica que se desarrolle dentro de la empresa LECHESAN S.A. buscando el crecimiento y mejora de la competitividad y productividad en ella.

### **1.2. IMPACTO ESPERADO**

Promover en la empresa LECHESAN S.A. el desarrollo de propuestas de mejora en las condiciones laborales críticas en busca de una correcta relación hombre-máquina-entorno que conlleva a una mayor eficiencia, calidad y productividad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Proponer, diseñar y validar parámetros de mejoramiento orientados a los factores humanos, mediante métodos de valoración ergonómica, que mejore las condiciones laborales en la Empresa Pasterizadora de Leches LECHESAN S.A.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar áreas críticas que requieran intervención ergonómica, con base en observaciones y análisis de los ambientes laborales en la empresa.
- Realizar un diagnóstico que identifique causas y consecuencias mediante la observación detallada de la actividad en el sector, o línea o puesto de trabajo con las condiciones críticas.
- Diseñar propuestas de mejoramiento de las condiciones laborales en el sector crítico de la empresa.
- Seleccionar, validar y presentar la solución de diseño que garantice la correcta relación hombre, maquina y entorno, en la empresa LECHESAN S.A.

### **1.4. ALCANCE DE LA PRÁCTICA**

A partir de un análisis global seguido de unas observaciones directas de la actividad de trabajo crítica se obtiene una propuesta de intervención

ergonómica que permite transformar las condiciones laborales ya sea de tipo material, diseño de puestos de trabajo, organizacional y/o de formación.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El análisis de los puestos de trabajo con una visión ergonómica tiene como objetivo reconocer las características actuales para diseñar un cambio que mejore las condiciones laborales, que engloban el diseño, disposición de herramientas, equipo, lugares de trabajo, condiciones ambientales, organización de procesos, carga mental, factores psicosociales entre otras. En la ergonomía se evalúan factores objetivos y subjetivos que afectan directamente al hombre en su bienestar y rendimiento.

Posterior a la realización de un recorrido por la empresa, observaciones abiertas y acercamiento a los procesos que se realizan en la empresa, se pudo plantear una metodología que permita establecer las situaciones críticas, se identifican ciertas características importantes para evaluar el riesgo bajo el cual trabajan en la empresa LECHESAN S.A. se selecciona el método LEST para realizar el barrido por toda la empresa, debido a que es un método que evalúa a nivel general diferentes variables, se selecciona el método OWAS para efectuar las evaluaciones para problemas posturales, debido a su fácil aplicación y a que en la empresa no se realizan trabajos de precisión en donde fuese necesario un análisis postural más específico y profundo, como para aplicar el método RULA; Se selecciona el método NIOSH para evaluar los puestos de trabajo con levantamiento de cargas, debido a que es un método completo que permite controlar tanto el momento de cargue y descargue, frecuencias, etc. Para evaluaciones de ambientes térmico, sonoro y luminoso se aplicarán los conceptos básicos descritos en el manual de MAPFRE (Ver anexo 1).

### **2.1. LEST**

El método LEST evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.

El método LEST fue desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence en 1978 y evalúa las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva. El método es de carácter global considerando cada aspecto del puesto de trabajo de manera general. No se profundiza en cada uno de esos aspectos, si no que se obtiene una primera

valoración que permite establecer si se requiere un análisis más profundo con métodos específicos. El objetivo es evaluar el conjunto de factores relativos al contenido del trabajo que pueden tener repercusión tanto sobre la salud como sobre la vida personal de los trabajadores.

La información que es preciso recoger para aplicar el método tiene un doble carácter objetivo-subjetivo. Por un lado se emplean variables cuantitativas como la temperatura o el nivel sonoro, y por otra, es necesario recoger la opinión del trabajador respecto a la labor que realiza en el puesto para valorar la carga mental o los aspectos psicosociales del mismo. Es pues necesaria la participación en la evaluación del personal implicado.

A pesar de tratarse de un método general no puede aplicarse a la evaluación de cualquier tipo de puesto. En principio el método se desarrolló para valorar las condiciones laborales de puestos de trabajo fijos del sector industrial, en los que el grado de cualificación necesario para su desempeño es bajo. Algunas partes del método (ambiente físico, postura, carga física...) pueden ser empleadas para evaluar puestos con un nivel de cualificación mayor del sector industrial o servicios, siempre y cuando el lugar de trabajo y las condiciones ambientales permanezcan constantes.

Para determinar el diagnóstico el método considera 16 variables agrupadas en 5 aspectos (dimensiones): entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo. La evaluación se basa en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 16 variables consideradas. Buscando la facilidad de aplicación, la versión del método implementada en ergonautas.com es una simplificación que considera 14 de las 16 variables, así como elimina algunos de los datos solicitados en la guía de observación. Las variables simplificadas son ambiente térmico, ambiente luminoso, ruido, vibraciones, atención y complejidad.

Las dimensiones y variables consideradas son:

Tabla 1: Dimensiones y variables consideradas en el método LEST

ENTORNO FISICO	CARGA FÍSICA	CARGA MENTAL	ASPECTOS PSICOSOCIALES	TIEMPOS DE TRABAJO
Ambiente térmico	Carga estática	Apremio de tiempo	Iniciativa	Tiempo de trabajo
Ruido	Carga dinámica	Complejidad	Estatus social	
Iluminación		Atención	Comunicaciones	
Vibraciones			Relación con el mando	

Mediante los datos recogidos en la observación del puesto y el empleo de las tablas de puntuaciones se obtienen las valoraciones de cada variable y

dimensión. La valoración obtenida oscila entre 0 y 10 y la interpretación de dichas puntuaciones se realiza según la siguiente tabla:

Tabla 2: Sistema de puntuación del método LEST

Color	Explicación
0,1,2	Situación satisfactoria.
3,4,5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
6,7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8,9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Nocividad.

Dicha valoración se ofrece en forma de histograma. Esta representación gráfica permite tener una visión rápida de las condiciones de trabajo y establecer así un primer diagnóstico. Conociendo cuáles son los elementos más desfavorables de las condiciones de trabajo en forma globalizada, se pueden establecer prioridades a la hora de intervenir sobre los distintos factores observados.

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad desarrollada por el trabajador en la que deberán recogerse los datos necesarios para la evaluación. En general, para la toma de datos objetivos será necesaria la utilización de instrumental adecuado como: un psicómetro para la medición de temperaturas, un luxómetro para la medición de la intensidad luminosa, un sonómetro para la medición de niveles de intensidad sonora, un anemómetro para evaluar la velocidad del aire en el puesto e instrumentos para la medición de distancias y tiempos como cintas métricas y cronómetros.

## 2.2. OWAS

El método OWAS basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda, brazos, piernas y carga levantada.

La primera parte del método, de toma de datos o registro de posiciones, puede realizarse mediante la observación "in situ" del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad.

Una vez realizada la observación el método codifica las posturas recopiladas. A cada postura le asigna un código que la identifique.

En función del riesgo o incomodidad que representa una postura para el trabajador, el método OWAS distingue cuatro Categorías de riesgo que enumera en orden ascendente, siendo, por tanto, la de valor 1 la de menor

riesgo y la de valor 4 la de mayor riesgo. Realizada la codificación, el método determina la Categoría de riesgo de cada postura, reflejo de la incomodidad que supone para el trabajador. Posteriormente, evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) asignando, en función de la frecuencia relativa de cada posición, una Categoría de riesgo de cada parte del cuerpo. Finalmente, el análisis de las Categorías de riesgo calculadas para las posturas observadas y para las distintas partes del cuerpo, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas, así como las acciones correctivas necesarias para mejorar el puesto, definiendo, de esta forma, una guía de actuaciones para el rediseño de la tarea evaluada.

El método permite la identificación de una serie de posiciones básicas de espalda, brazos y piernas, que codifica en cada "Código de postura", sin embargo, no permite el estudio detallado de la gravedad de cada posición. El método no contempla el cálculo del riesgo para la carga soportada, sin embargo, puesto que el manejo de cargas queda reflejado en los Códigos de postura obtenidos, un análisis porcentual de los rangos de cargas que maneja el trabajador puede alertar al evaluador sobre la necesidad de profundizar en el estudio de cargas aplicando métodos específicos para tal fin.

Para aplicar el método es necesario determinar si la observación de la tarea debe ser dividida en varias fases o etapas, con el fin de facilitar la observación. Establecer el tiempo total de observación de la tarea y determinar la duración de los intervalos de tiempo en que se dividirá la observación. Teniendo esta información registrada se procede a identificar, durante la observación de la tarea, las diferentes posturas que adopta el trabajador, codificarlas y calcular la categoría de riesgo que corresponda, con el fin de identificar aquellas posturas críticas o de mayor nivel de riesgo para el trabajador.

Continúa el proceso con el cálculo del porcentaje de posturas catalogadas en cada categoría de riesgo; calcular el porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición de la espalda, brazos y piernas con respecto a las demás y determinar, en función de la frecuencia relativa de cada posición, la categoría de riesgo a la que pertenece cada posición de las distintas partes del cuerpo (espalda, brazos y piernas), con el fin de identificar aquellas que presentan una actividad más crítica.

Finalmente se analizan estos resultados para determinar, en función de los riesgos calculados, las acciones correctivas y de rediseño necesarias. Si estos cambios se realizan es necesario evaluar de nuevo la tarea con el método OWAS para comprobar la efectividad de la mejora.

La forma de codificación y clasificación de las posturas propuesta por se encuentra detallada en la tabla 3.

Tabla 3: Codificación de las posiciones de la espalda OWAS

Posición de espalda		Primer dígito del Código de postura.
<p>Espalda derecha</p> <p>El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.</p>		1
<p>Espalda doblada</p> <p>Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20°</p>		2
<p>Espalda con giro</p> <p>Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.</p>		3
<p>Espalda doblada con giro</p> <p>Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.</p>		4

Tabla 4: Codificación de las posiciones de los brazos OWAS

Posición de los brazos		Segundo dígito
<p>Los dos brazos bajos</p> <p>Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.</p>		1
<p>Un brazo bajo y el otro elevado</p> <p>Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro por encima del nivel de los hombros.</p>		2
<p>Los dos brazos elevados</p> <p>Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.</p>		3

Tabla 5: Codificación de las posiciones de las piernas para OWAS

Posición de las piernas		Tercer dígito
<p>Sentado</p>		1

De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas		2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas		3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas  Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a. Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas  Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferior o igual a 150°. Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		5
Arrodillado  El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.		6
Andando		7

Tabla 6: Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas OWAS

Cargas y fuerzas soportadas	Cuarto dígito del Código de postura.
Menos de 10 Kilogramos.	1
Entre 10 y 20 Kilogramos	2
Más de 20 kilogramos	3

Código de fase: El quinto dígito del Código de postura, identifica la fase en la que se ha observado la postura, por lo tanto, este valor sólo tendrá sentido para aquellas observaciones en la que el evaluador, normalmente por motivos de claridad y simplificación, decide dividir la tarea objeto de estudio en más de una fase, es decir, para evaluaciones de tipo Multi-fase.

El método clasifica los diferentes códigos en cuatro Categorías de riesgo. Cada Categoría de riesgo, a su vez, determina cuál es el posible efecto sobre el sistema músculo-esquelético del trabajador de cada postura recopilada, así como la acción correctiva a considerar en cada caso.

Tabla 7: Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas OWAS.

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura sin efectos dañinos	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño	Acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos	Correcciones lo antes posible.
4	Carga sumamente dañinos	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Finalizada la fase de codificación de las posturas y conocidas las posibles categorías de riesgo propuestas por el método, se procederá a la asignación de la Categoría del riesgo correspondiente a cada "Código de postura". La tabla 7 muestra la Categoría de riesgo para cada posible combinación de la posición de la espalda, de los brazos, de las piernas y de la carga levantada.

Tabla 8: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de los Códigos de postura para aplicación de OWAS.

		Piernas																						
		1			2			3			4			5			6			7				
		Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga		
Espalda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4
		3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1
		3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
	4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

Una vez calculada la categoría del riesgo para cada postura es posible un primer análisis. El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos hasta el momento permitirá la interpretación de los valores del riesgo. Sin embargo, el método no se limita a la clasificación de las posturas según el riesgo que representan sobre el sistema músculo-esquelético, también contempla el análisis de las frecuencias relativas de las diferentes posiciones de la espalda, brazos y piernas que han sido observadas y registradas en cada Código de postura. Por tanto, se deberá calcular el número de veces que se repite cada posición de espalda, brazos y piernas en relación a las demás durante el tiempo total de la observación, es decir, su frecuencia relativa. Una vez realizado dicho cálculo y como último paso de la aplicación del método, la consulta de la tabla 7 determinará la Categoría de riesgo en la que se engloba cada posición.

Tabla 9: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa para aplicación de OWAS.

ESPALDA										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
(%)	≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%

Los valores del riesgo calculados para cada posición permitirán al evaluador identificar aquellas partes del cuerpo que soportan una mayor incomodidad y proponer, finalmente, las acciones correctivas necesarias para el rediseño, en caso de ser necesario, de la tarea evaluada.

### 2.3. NIOSH

La ecuación de NIOSH permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de lumbagos y problemas de espalda. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el

peso levantado. Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

En 1981 el Instituto para la Seguridad Ocupacional y Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos publicó una primera versión de la ecuación NIOSH; posteriormente, en 1991 hizo pública una segunda versión en la que se recogían los nuevos avances en la materia, permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento. Introdujo además el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite identificar levantamientos peligrosos.

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánica, fisiológico y psicofísico. El criterio biomecánica se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada, aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras lumbares dando lugar a un acusado estrés. A través del empleo de modelos biomecánicas, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar un valor de 3,4 kN como fuerza límite de compresión en la vértebra L5/S1 para la aparición de riesgo de lumbalgias. El criterio fisiológico reconoce que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión. El comité NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula. La capacidad de levantamiento máximo aeróbico se fijó para aplicar este criterio en 9,5 Kcal./min. Por último, el criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico del levantamiento.

La ecuación parte de definir un "levantamiento ideal", que sería aquél realizado desde lo que Niosh define como "localización estándar de levantamiento" y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantándola menos de 25 cm. En estas condiciones, el peso máximo recomendado es de 23 kg. Este valor, denominado Constante de Carga (LC) se basa en los criterios psicofísico y biomecánica, y es el que podría ser levantado sin problemas en esas condiciones por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres. Es decir, el peso límite recomendado (RWL) para un levantamiento ideal es de 23kg. La ecuación de Niosh calcula el peso límite recomendado mediante la siguiente fórmula:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

En la que LC es la constante de carga y el resto de los términos del segundo miembro de la ecuación son factores multiplicadores que toman el valor 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores más cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales. Así pues, RWL toma el valor de LC (23 Kg.) en caso de un levantamiento óptimo, y valores menores conforme empeora la forma de llevar a cabo el levantamiento.

La postura estándar que muestra la figura 1 considerada la óptima se da cuando la distancia proyectada en un plano horizontal entre el punto agarre y el punto medio entre los tobillos es de 25cm y la vertical desde el punto de agarre hasta el suelo de 75cm. Se hace necesario recordar que en la aplicación del método todas las medidas deben ser expresadas en centímetros.

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad desarrollada por el trabajador y la determinación de cada una de las tareas realizadas. A partir de dicha observación deberá determinarse si el puesto será analizado como tarea simple o multitarea. El análisis multitarea requiere recoger información de cada una de las tareas, llevando a cabo la aplicación de la ecuación de Niosh para cada una de ellas y calculando, posteriormente, el Índice de Levantamiento Compuesto. En caso de que los levantamientos no varíen significativamente de unos a otros se llevará a cabo un análisis simple.

En segundo lugar, para cada una de las tareas determinadas, se establecerá si existe control significativo de la carga en el destino del levantamiento. Se recomienda cuando la carga debe ser depositada con exactitud, debe mantenerse suspendida durante algún tiempo antes de colocarla, o el lugar de colocación tiene dificultades de acceso. En estos casos se deben evaluar ambos gestos, el inicio y el final del levantamiento, aplicando dos veces la ecuación de NIOSH seleccionando como peso máximo recomendado (RWL) el más desfavorable de los dos (el menor), y como índice de carga (LI) el mayor. Una vez determinadas las tareas a analizar y si existe control de la carga en el destino se debe realizar la toma de los datos pertinentes para cada tarea. Estos datos deben recogerse en el origen del levantamiento, y si existe control significativo de la carga en el destino, también en el destino. Los datos a recoger son:

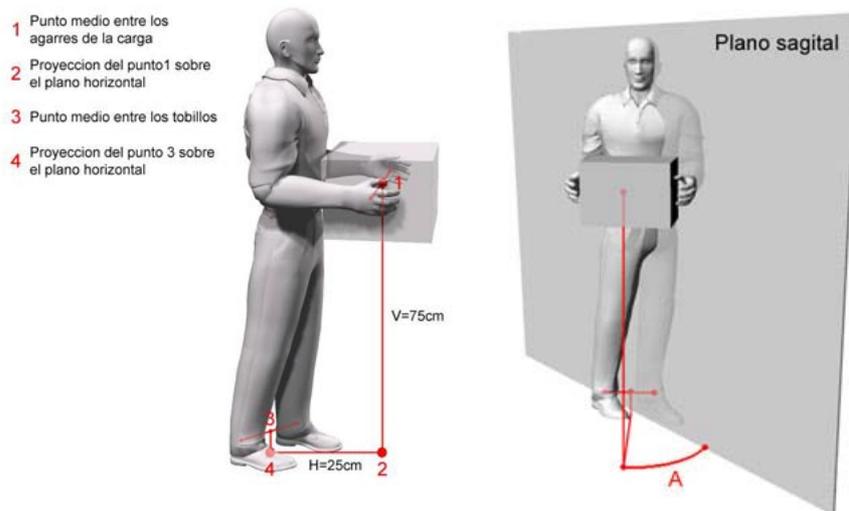
- El peso del objeto manipulado en kilogramos incluido su posible contenedor.
- Las distancias horizontal (H) y vertical (V) existente entre el punto de agarre y la proyección sobre el suelo del punto medio de la línea que une los tobillos. V debe medirse tanto en el origen del levantamiento como en el destino del mismo independientemente de que exista o no control significativo de la carga.
- La Frecuencia de los levantamientos (F) en cada tarea. Se debe determinar el número de veces por minuto que el trabajador levanta la carga en cada tarea. Para ello se observará al trabajador durante 15 minutos de desempeño de la tarea obteniendo el número medio de levantamientos por

minuto. Si existen diferencias superiores a dos levantamientos por minuto en la misma tarea entre diferentes sesiones de trabajo debería considerarse la división en tareas diferentes.

- La Duración del Levantamiento y los Tiempos de Recuperación. Se debe establecer el tiempo total empleado en los levantamientos y el tiempo de recuperación tras un periodo de levantamiento. Se considera que el tiempo de recuperación es un periodo en el que se realiza una actividad ligera diferente al propio levantamiento.
- El Tipo de Agarre clasificado como Bueno, Regular o Malo.
- El Ángulo de Asimetría (A) formado por el plano sagital del trabajador y el centro de la carga. El ángulo de asimetría es un indicador de la torsión del tronco del trabajador durante el levantamiento, tanto en el origen como en el destino del levantamiento (ver figura 2).

Figura 1: Posición estándar de levantamiento para aplicación de NIOSH.

Figura 2: Medición del Ángulo de Asimetría para aplicación de NIOSH.



Realizada la toma de datos se procederá a calcular los factores multiplicadores de la ecuación de Niosh. Conocidos los factores se obtendrá el valor del Peso Máximo Recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de Niosh

Conocido el RWL se calcula el Índice de levantamiento (LI). Es necesario distinguir la forma en la que se calcula LI en función de si se trata de una única tarea o si el análisis es multitarea:

- Calculo de LI en análisis mono-tarea: El Índice de Levantamiento se calcula como el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado calculado para la tarea.

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / \text{RWL}$$

- Cálculo de LI en análisis multitarea: NIOSH recomienda el cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILc), cuya fórmula es la siguiente:

$$IL_c = ILT_1 + \sum_{i=2}^n ILT_i$$

Aunque es recomendable realizar el cálculo del índice de levantamiento compuesto mediante la ecuación de riesgo acumulado, otros autores consideran la posibilidad de calcular el ILc de tres formas más:

- Suma de riesgos: suma los índices de cada tarea.
- Riesgo promedio: calcula el valor medio de los índices de levantamiento de cada tarea.
- Mayor riesgo: el ILc es igual al mayor de los índices de levantamiento simple.

Finalmente, conocido el valor del Índice de Levantamiento puede valorarse el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. Niosh considera tres intervalos de riesgo:

- Si LI es menor o igual a 1 la tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
- Si LI está entre 1 y 3 la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
- Si LI es mayor o igual a 3 la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

A continuación se muestra la forma de calcular los diferentes factores multiplicadores de la ecuación de Niosh.

- HM Factor de distancia horizontal: Penaliza los levantamientos en los que la carga se levanta alejada del cuerpo. Para calcularlo se emplea la siguiente fórmula:  $HM = 25/H$ , donde H es la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos. Si H es menor de 25 cm., se dará a HM el valor de 1. Si H es mayor de 63 cm., se dará a HM el valor de 0
- VM Factor de distancia vertical: Penaliza levantamientos con origen o destino en posiciones muy bajas o muy elevadas. Se calcula empleando la siguiente fórmula:  $VM = (1 - 0,003 |V - 75|)$ , en la que V es la distancia entre el punto medio entre los agarres de la carga y el suelo medida verticalmente. Si  $V > 175$  cm., se dará a VM el valor de 0
- DM Factor de desplazamiento vertical: Penaliza los levantamientos en los que el recorrido vertical de la carga es grande. Para su cálculo se empleará la fórmula:  $DM = 0,82 + (4,5 / D)$ , donde D es la diferencia, tomada en valor absoluto, entre la altura de la carga al inicio del levantamiento (V en el origen) y al final del levantamiento (V en el destino). Así pues DM decrece gradualmente cuando aumenta el desnivel del

levantamiento  $D = |V_o - V_d|$ . Si  $D < 25\text{cm}$ , DM toma el valor de 1, D no podrá ser mayor de 175 cm.

- AM Factor de asimetría: Penaliza los levantamientos que requieran torsión del tronco. Si en el levantamiento la carga empieza o termina su movimiento fuera del plano sagital del trabajador se tratará de un levantamiento asimétrico. En general los levantamientos asimétricos deben ser evitados. Para calcular el factor de asimetría se empleará la siguiente fórmula:  $AM = 1 - (0,0032 \times A)$ , donde A es el ángulo de giro. AM toma el valor 1 cuando no existe asimetría, y su valor decrece conforme aumenta el ángulo de asimetría. Si  $A > 135^\circ$ , AM toma el valor 0. Si existe control significativo de la carga en el destino AM deberá calcularse con el valor de A en el origen y con el valor de A en el destino.
- FM Factor de frecuencia: Penaliza elevaciones realizadas con mucha frecuencia, durante periodos prolongados o sin tiempo de recuperación. La frecuencia de levantamiento se mide en elevaciones por minuto y se determinara observando al trabajador en periodos de 15 minutos. Para calcular la duración del trabajo deberá emplearse la siguiente tabla.

Tabla 10: Cálculo del Factor de Frecuencia para la aplicación de NIOSH

FRECUENCIA elev/min.	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	Corta		Moderada		Larga	
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

La duración de la tarea puede obtenerse de la siguiente tabla:

Tabla 11: Cálculo de la duración de la tarea para la aplicación de NIOSH

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
--------	----------	------------------------

<=1 hora	Corta	al menos 1'2 veces el tiempo de trabajo
>1- 2 horas	Moderada	al menos 0'3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

Para considerar 'Corta' una tarea debe durar 1 hora como máximo y estar seguida de un tiempo de recuperación de al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo. En caso de no cumplirse esta condición, se considerará de duración 'Moderada'. Para considerar 'Moderada' una tarea debe durar entre 1 y 2 horas y estar seguida de un tiempo de recuperación de al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo. En caso de no cumplirse esta condición, se considerará de duración 'Larga'.

- CM Factor de agarre: penaliza elevaciones en las que el agarre de la carga es deficiente.

Tabla 12: Cálculo del factor de agarre para la aplicación de NIOSH

TIPO DE AGARRE	(CM) FACTOR DE AGARRE	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE TRABAJO EN LECHESAN S.A.**

La Pasterizadora Santandereana de leches LECHESAN S.A. es una empresa productora y comercializadora de productos alimenticios, pertenece al grupo California por lo cual comercializa productos que se producen en plantas paralelas a ella y por si misma produce productos no lácteos como el jugo Tampico en su presentación envase PET. Los detalles de este análisis se encuentran en el libro de aplicación de métodos que se realizó en el desarrollo del proyecto y se adjunta como un libro anexo, se dividió este libro el análisis por observaciones abiertas en descripción detallada por puestos de trabajo, descripción detallada de procedimientos y descripción detallada de la distribución de áreas de trabajo.

En una primera instancia se realizó un análisis de global del sistema de la compañía basado en el estudio de documentos y observaciones informales en donde se establece el primer método de análisis ergonómico a utilizar, en donde se adapta el método LEST para esta empresa. Esta selección se sustenta con las diferencias en las condiciones laborales presentes en esta empresa. De sus cuatro diferentes subdivisiones que trabajan en conjunto pero cada una con un sistema y condiciones administrativas diferentes, en términos generales cada subdivisión posee un horario, sistema de control de resultados, diseño de puestos de trabajo, vestuario y organización de actividades y tareas diferentes. Para facilitar el estudio se analizan y organizan las investigaciones y análisis en cada subdivisión como un estudio independiente. Para obtener un pre-diagnóstico se utilizó el método LEST que abarca diferentes aspectos ergonómicos.

La organización por departamentos del sistema general de la empresa está diseñada para agrupar las actividades y trabajos según su función desempeñada. Dentro de cada una de ellas se realiza una estructura según las necesidades específicas de cada subdivisión lo cual se explicará en el análisis por sector que se presenta a continuación.

El barrido general que se realizó en todas las áreas de trabajo en LECHESAN S.A. se organizó dividiendo el análisis en puestos de trabajo de logística, administración, comercial y producción quedando al fin con 28 observaciones con duración variable. Esta organización responde al análisis mediante observación abierta sobre funcionamiento de la empresa, el detalle de este análisis se encuentra en el primer punto del libro anexo del proyecto Aplicación de Métodos \* bajo el título DESCRIPCIÓN DETALLADA POR PUESTOS DE TRABAJO EN LECHESAN S.A. REALIZADA POR OBSERVACIÓN ABIERTA.

---

\* En este libro se registró el proceso de desarrollo del proyecto, explicando en detalle los resultados y análisis de los diferentes tipos de observaciones y métodos de valoración ergonómica aplicados en LECHESAN SA. Se referenciará como:  
DUARTE MUÑOZ, Natalia M. Aplicación de Métodos de Valoración Ergonómica, en la Empresa Pasterizadora de Leches LECHESAN S.A.

Se diseñó el formato de toma de datos <sup>2</sup>para la observación en donde se abarcan todos los aspectos del método, debido a la variedad de los puestos de trabajo.

### **3.1. AREA ADMINISTRATIVA**

En LECHESAN S.A. el área administrativa cumple como función principal la de sostener la estructura jerárquica de la institución, se puede considerar el centro de comunicaciones de la organización en donde se establecen las estrategias generales de la empresa que soporten cada una de las diferentes áreas, los resultados de cada área convergen en esta, en donde se controlan los resultados y se establecen las pautas a seguir. También abarca los puestos de servicios generales de la institución, que son aquellos puestos que facilitan las funciones de las demás unidades.

El área administrativa se dividió en Presidencia, Gerencia general, Contraloría, Contabilidad, Sistemas, Tesorería, Nómina, Compras, Archivo, Servicio al Cliente, Cartera, Mensajería, Celaduría y Servicios Generales para el análisis de procesos y condiciones generales. La distribución del espacio de trabajo y las funciones específicas de cada uno de los puestos de trabajo se encuentran descritas en detalle en el libro Aplicación de Métodos<sup>3</sup>.

Todos los puestos de trabajo mantienen como características generales el trabajo de oficina con PVD, lo elementos en común están los equipos y sistemas de comunicación. Existe una comunicación entre todos los puestos de trabajo y de las diferentes áreas con la plataforma Outlook y telefonía, el sistema de información ATLAS, el cual mantiene diferentes niveles de seguridad y según el cargo se puede tener acceso a cada una de las áreas, en este sistema de información se registran y controlan todos los movimientos, resultados e informes de la empresa.

El área, elementos de mobiliario, distribución y condiciones generales del espacio de trabajo, difiere así como la responsabilidad y las funciones específicas de cada cargo.

Con las observaciones abiertas se pudieron identificar ciertas falencias en cuanto a la estructura y cultura organizacional, así como el sentido de pertenencia y calidad del trabajo. Existe una comunicación organizacional fuerte con significados compartidos, pero éstos no proporcionan una guía para

---

<sup>2</sup> DUARTE MUÑOZ, Natalia M. Aplicación de Métodos de Valoración Ergonómica, en la Empresa Pasterizadora de Leches LECHESAN S.A. Bucaramanga, 2009, 144 p. libro anexo al presente trabajo de grado (Diseñador Industrial) Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Diseño Industrial. P 118-128.

<sup>3</sup> *Ibíd.*, p. 1-24.

la acción ante situaciones de crisis, o de renovación, o búsqueda de rutas alternas; debido a que la organización ya no es capaz de obtener los resultados esperados. La cultura organizacional se encuentra arraigada a la tradición, genera desorientación y resistencia al cambio. Existe completa dependencia a la base de la empresa ubicada en Bogotá y no hay propuestas de mejoramiento radicales que impulse una aceleración en el desarrollo y crecimiento de la misma. Esto indica que su estructura organizacional es completamente centralizada y las unidades estratégicas de negocio y de funcionamiento no presentan autonomía propositiva ni decisiva. Por lo tanto se recomienda un análisis de tipo organizacional, realizado por personal idóneo y externo a la compañía que de propuestas de mejoramiento que ofrezcan como resultado final una mejora en las condiciones de trabajo mediante a la disminución de la carga mental, aumento de la atención, mejor calidad en la comunicación entre los trabajadores y aumento en la iniciativa, entre otras.

Después de realizadas las observaciones abiertas y con mayor conocimiento del funcionamiento de la empresa se seleccionan los puestos de trabajo a analizar con el método de valoración ergonómica LEST, debido a que la cantidad de tiempo que el trabajador opera dentro de su puesto de trabajo es mínima y su desplazamiento por la ciudad y la empresa es muy variada y de duración máxima, se eliminan los puestos de presidencia, gerencia general, contraloría, mensajería y archivo para esta fase. Y se limitan las recomendaciones generales mencionadas en el párrafo anterior. Quedando entonces seis puestos de trabajo a analizar para esta área de la empresa Auxiliar nómina, cafetería, portería, recepción, sistemas y tesorería. Los resultados de la aplicación del método LEST se encuentran detallados por puesto de trabajo en el libro anexo de Aplicación de Métodos de Valoración Ergonómica<sup>4</sup>.

Mediante el análisis de estos puestos de trabajo con el método LEST se pudieron identificar necesidades y problemas específicos dentro de las recomendaciones relevantes son:

- El cambio del sistema de información ATLAS: el software que maneja la empresa no está diseñado ni adaptado a las necesidades específicas, genera retrasos, problemas con los informes y no incluyen todos los elementos que se requieren. el área de sistemas debe dedicar más tiempo a la corrección de problemas con el sistema que a los avances de su puesto de trabajo. Es necesario realizar por personal calificado un análisis del software y de las necesidades de función que debe prestar, para diseñar módulos completos que satisfagan los requerimientos de todas las áreas de la empresa, las necesidades de uso como la correcta interfaz y garantizar la eficiencia del software.
- El sistema de iluminación en las áreas de auxiliar de nómina y sistemas no es el adecuado, debe diseñarse para cada puesto de trabajo según los

---

<sup>4</sup> DUARTE MUÑOZ, op. cit., p.25-53

elementos y tareas que realiza la ubicación, tipo e intensidad de las luminarias.

- Se requiere intervención en fuentes de ventilación y aislar las fuentes de ruido y vibraciones provenientes del exterior de la empresa, para las áreas de auxiliar de nómina, recepción, portería, y cafetería.
- Realizar capacitaciones y desarrollo de talleres para generar sentido de pertenencia y su responsabilidad para la empresa, a todos los trabajadores.
- El número, y la secuencia de las tareas debe ser redefinida para todos los puestos de trabajo, teniendo en cuenta un orden lógico y pausas necesarias para evitar la fatiga y así disminuir cantidad y niveles de estrés y fallas. La cantidad y tipo de tareas entre los empleados no están definida y distribuidas de manera coherente con el perfil de los cargos, por lo que se recomienda un análisis por parte de personal idóneo como profesionales en ingeniería industrial y psicología. Se recomienda una especialización de las tareas y de los trabajadores.
- Es importante que el personal de cafetería que también cumple tareas de servicios varios y aseo por toda la empresa se capacite en diferentes áreas, como el manejo de desechos, limpieza de instrumentos de laboratorio, BPM, trabajar con el sentido de pertenencia su responsabilidad para la empresa.

Estos resultados se presentaron formalmente a la empresa al tutor del proyecto en LECHESAN S.A. y dentro la retroalimentación y la toma de decisiones se concluye que:

- El software ATLAS es imposible de modificar y de analizar por la empresa ya que es un sistema que utilizan incolacteos, california, lechesan y la enfriadora por lo tanto no es una opción viable en el momento, pero se procede a registrar el informe para presentarse por parte de lechesan a las reuniones de las empresas mencionadas.
- LECHESAN S.A. solicita a su ARP el análisis y diseño de las luminarias.
- En cuanto a las intervenciones en el aislamiento de vibraciones y auditivo y los puntos de ventilación la empresa no le ve relevancia y no se selecciona como puntos de intervención de nómina, cafetería, portería y recepción.
- Se comienza un programa guiado por la ARP de capacitaciones al personal de la empresa en diferentes aspectos.

### 3.2. AREA COMERCIAL

El área comercial tiene una estructura organizacional según función del cargo y según la zona de desarrollo; en este último caso mencionado, diferentes cargos cumplen con las mismas funciones pero enfocadas a un sector geográfico o tipo de mercado específico.

Dentro de las funciones principales de esta división están la de desarrollar estrategias de captación de mercado, publicidad, mercadeo, captación de pedidos, aumentar las ventas y ampliar el mercado es su objetivo principal.

El área comercial para las observaciones abiertas se dividió en Gerencia Comercial, Directores de Zona Distrito, Cúcuta, Foráneas, Barranca, Director de Auto venta - Preventa, Director de Autoservicios, Vendedores, Conductores, Analista de Ventas, Coordinador de Eventos y Aprendiz Sena. En donde la organización se percibe muy diferente al área analizada anteriormente, tienen metas definidas fácilmente cuantificables, tienen un sistema de análisis de resultados compacto y eficiente.

Con las primeras observaciones de los puestos de trabajo, desarrollo general de tareas y análisis de documentos, se pudo definir los puestos de trabajo para el análisis a partir del método LEST en donde se analizan las dos oficinas de área comercial que son Gerencia comercial y ventas.

Las conclusiones del análisis son de tipo material y organizacional, en donde se identifica lo siguiente:

- Se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de luz, y eliminar los deslumbramientos que se presentan en el puesto de trabajo, así como también determinar el nivel de iluminación que se requiere para trabajo con PVD de LCD y de rayos catódicos.
- Es necesario un análisis por parte de personal idóneo que evalúe y mejore la estructura organizacional del área comercial, mejorando la distribución de funciones y responsabilidades
- Se requiere redefinir la tarea, las pausas y su orden. Algunos trabajadores tienen horas excesivas de trabajo.
- Observaciones directas para identificar la falla del aislamiento de las vibraciones en la oficina de ventas. La planta de producción está contigua a esta oficina y durante las jornadas de pasteurización genera vibraciones molestas a los trabajadores de esta área.
- Diseño y desarrollo de ayudas técnicas y de sistemas de información que faciliten las tareas de los trabajadores. El actual sistema ATLAS no satisface todas las necesidades y funciones que maneja esta área específica, necesita de un desarrollo de un nuevo módulo o de un completo sistema diferente al que usan actualmente. Para ello se recomienda un

análisis específico de las necesidades de los cargos y de una evaluación del sistema actual para ello se necesita personal de sistemas y de diseñadores industriales.

Estos resultados se presentaron formalmente al tutor del proyecto en la empresa y dentro la retroalimentación y la toma de decisiones, se concluye:

- El software ATLAS es imposible de modificar y de analizar por la empresa ya que es un sistema que utilizan Incolacteos, California, Lechesan y la enfriadora por lo tanto no es una opción viable en el momento, pero se procede a registrar el informe para presentarse por parte de Lechesan a las reuniones de las empresas mencionadas.
- LECHESAN S.A. solicita a su ARP el análisis y diseño de las luminarias.
- En cuanto a las intervenciones en el aislamiento de vibraciones la empresa no le ve relevancia y no se selecciona como punto de intervención el puesto de trabajo de ventas, en donde se desempeñan.
- Se comienza un programa guiado por la ARP de capacitaciones al personal de la empresa en diferentes aspectos.
- Queda como proyecto pendiente la realización del diagrama de funciones de la empresa y diseño del orden de las tareas y tiempos de trabajo, por parte de un equipo de ingeniero industrial, psicólogo y especialista en salud ocupacional.

### **3.3. LOGÍSTICA**

Es el área encargada de controlar el stock de productos terminados, de insumos, y el área que efectúa los despachos solicitados por otras plantas y por el área comercial, encargada de hacer el proceso final de entrega al cliente. Subdividida en almacén, bodega, facturación y despachos, dentro de estas subdivisiones se analizaron por observación abierta los puestos de trabajo y los diferentes procedimientos que se realizan en el área, ya que en los diferentes puestos de trabajo según horarios y necesidades específicas los operarios tienen que ejecutar en jornadas completas diferentes tipos de tareas.

Gracias a las observaciones abiertas se pudieron identificar diferentes tipos de trabajadores y la importancia que le da la empresa a cada uno de ellos. Los operarios que realizan el cargue y descargue de productos en mula y los alistadores de preventa, no tiene la empresa hacia ellos la relación de responsabilidad que demanda. Los operarios de descargue no tienen vinculación laboral con la empresa y por ello no ven relevancia a ofrecer un trabajo que requiera menor desgaste físico y mental. Los alistadores de preventa a pesar de estar vinculados laboralmente con la empresa no tienen horarios ni programación de descansos como los requieren debido a que su

índice de fatiga es mayor por ejecutar labores en estos horarios. La bahía en donde se ubican las oficinas de facturación y logística y en donde se realiza el cargue y descargue de las mulas y las camionetas de la empresa, se presenta altos índices de contaminación auditiva, causados por los cargues y descargues de productos, por los vehículos con música a niveles altos y la comunicación se complica, teniendo la necesidad de utilizar gritos para lograr enviar el mensaje. Esto conlleva a un estrés laboral, fatiga mental, falta de concentración.

Después de realizado el análisis de los procedimientos el cual se registro en el libro anexo de aplicación de métodos se determinaron los siguientes puestos a analizar: alistadores de preventa, bodega de insumos, conductores, descargue productos mula, embalaje de promociones, facturación, jefe de bodega y jefe de logística.

Las conclusiones del análisis son de tipo material, salud ocupacional y organizacional, en donde se identifica lo siguiente:

- Las destrucciones de las devoluciones no se realizan en un lugar específico ni con las herramientas, ni equipo de protección personal necesarias, ocasionando contaminación de la bahía y potencial para producir accidentes laborales como cortaduras en cualquier parte del cuerpo del operario, se recomienda establecer un lugar específico de la planta para efectuar estas tareas y diseñar la ayuda técnica para efectuar la tarea que aisle completamente el material contaminado de operario.
- Se requieren observaciones directas para intervenir inmediatamente debido a riesgo de trastornos músculo esquelético por cargas dinámicas, aplicando el método NIOSH para las tareas de alistadores de preventa y descargue de productos en mula.
- En la bodega de insumos y embalaje de promociones, se requiere realizar observaciones directas en el puesto de trabajo para evaluar las maquinarias y su distribución y así identificar las causas de las posturas penosas que adopta el trabajador a partir del método OWAS.
- Se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de frío y calor para estabilizarlo en un ambiente térmico adecuado para así poder intervenir en las tareas de los alistadores de preventa.  
Dentro de las observaciones generales se generaron tres alternativas de solución, la primera consiste en adecuar a una temperatura relativamente baja en las bodegas, que disminuya el calentamiento corporal por el desarrollo de las tareas en esa área y así cuando es necesario el ingreso a la cava no exista un choque térmico tan importante. En la segunda hipótesis se encuentra la reorganización de las tareas y distribución de las mismas a diferentes operarios de la planta, de esta manera los alistadores de preventa podrían comenzar con la organización de los pedidos que requieren refrigeración que ya se encuentran en stock y posteriormente

realizar la organización de los demás pedidos, en esta opción los conductores tendrían que unir los dos pedidos en el vehículo según su ruta de entrega, la dificultad presente sería la sincronización entre la producción de leche en bolsa que se debe encontrar en la cava desde las 6 am hora en la que ingresan los operarios de preventa debido a que en el momento esa producción se encuentra lista aproximadamente a la media noche. En la tercera hipótesis de solución se distribuyen las funciones de alistadores de preventa entre operarios de cava y conductores de esta manera los alistadores de preventa realizarían la organización de los pedidos sin refrigeración y los operarios de cava realizan la organización de los pedidos refrigerados, los conductores en la mañana los unirían y llevarían a sus vehículos.

- En cuanto a análisis de espacios de trabajo que requieren soluciones de tipo material, se requiere de observaciones directas para evaluar las luminarias con relación al espacio y al trabajo para las bodegas en donde realizan las tareas de los alistadores de preventa. En el área de facturación se requiere evaluar las fuentes de calor ya sea la maquinaria, o falta de ventilación. evaluar las fuentes de ruido ya sea la maquinaria, o falta de aislamiento y así poder intervenir. Evaluar las fuentes de luz, y eliminar los deslumbramientos que se presentan en las mañanas. En el área de facturación tenían la temperatura controlada por el uso de aire acondicionado el cual no tenía la capacidad necesaria que requería el espacio, a lo largo de todo el espacio se encuentran ventanales por donde los empleados de facturación se comunican con los que realizan los pedidos, durante toda la mañana el sol se encuentra al frente causando deslumbramientos y aumento de la temperatura.
- Se recomienda realizar capacitaciones y desarrollo de talleres para generar sentido de pertenencia al personal de alistadores de preventa, bodega de insumos y conductores, que resalten la responsabilidad de ellos para con la empresa.
- Se requiere de observaciones directas en las tareas de alistadores de preventa y bodega de insumos para involucrar tiempos de cambios o de pausas que reduzcan el índice de fatiga por tiempos de trabajo excesivos u horarios no recomendados. Analizar la frecuencia y repeticiones de las tareas en embalaje de promociones para redefinirla en busca de facilitar la labor. Se requiere redefinir la tarea, las pausas y su orden. Para mejorar el desarrollo de las tareas de los conductores es importante establecer y predeterminar un horario de entrega de productos, para evitar retrasos y pausas prolongadas, optimizando la estructura, orden y horario de las tareas se pueden evitar pérdidas de tiempo y realizar pausas efectivas.
- Para mejorar las condiciones laborales de los conductores se puede observar el vehículo a fondo para intervenir en el ambiente térmico y auditivo al cual está expuesto de su entorno; así como La organización de los productos debería estar establecida para ahorro de tiempo en la

búsqueda del elemento y para mejorar las posiciones y posturas dependiendo la cercanía con el peso demanda del producto así como también un análisis de la interfaz de controles de mando del vehículo.

- Es necesario que durante el cargue y descargue de productos la carpa de la mula permita la ventilación y entrada de luz.
- Se requiere organizar las tareas del jefe de bodega para evitar desplazamientos innecesarios estableciendo días de rotación y horarios variables, según se requiera. Organizando los horarios de entrada y salida de productos le permitirán al trabajador organizar el resto de áreas según sea la necesidad.
- Considerar límites para los conductores en cuanto al nivel de intensidad de la música cuando se encuentran en la bahía para mejorar el ambiente auditivo de facturación, de gestión de calidad y del jefe de logística.
- Se requiere redefinir la tarea, las pausas y su orden, reestructurar las redes para definir responsabilidades, disminuyendo el número de funciones del jefe de logística.

Estos resultados se presentaron formalmente a la empresa y dentro la retroalimentación y la toma de decisiones se concluye:

- Ninguno de los puestos de trabajo analizados en logística requieren de acción inmediata por lo cual se da paso al análisis de otros puntos específicos, en cuanto a las destrucciones el equipo de mantenimiento comienza a realizar propuesta de una prensa y trituradora mecánica para utilizar como ayuda técnica del proceso.
- La empresa no considera que el choque térmico en las tareas de alistadores de preventa sea de importancia y el accidente laboral de uno de los operarios de esta área ocurrió debido a condiciones externas a la empresa.
- Debido a que los operarios que realizan el cargue y descargue de los productos en mula no tienen vinculación laboral con la empresa las necesidades de estos no se convierten en problemas a solucionar con el presupuesto de LECHESAN S.A.

### **3.4. AREA PRODUCCIÓN**

La planta de producción de LECHESAN S.A. satisface las necesidades de recepción, pasterización y envasado de leche, producción, pasterizado y envasado de refrescos Tampico PET, y pasterizado de agua bolsa, para poder realizar cabalidad estas metas, es necesario contar con equipo de personas trabajando en áreas que complementen y faciliten el trabajo contemplando los

requerimientos de calidad de la empresa, para ello cuentan con los siguientes procedimientos Proceso Productivo para la leche, Proceso Productivo para el agua ozonizada, Proceso Productivo para el Tampico Citrus Punch PET, procesos de esterilización de maquinaria para el comienzo de la producción, procesos de lavado de maquinaria posterior a la producción de procesos de lavado de cestillos. Supervisión de Producción, Control de Calidad, Mantenimiento.

Posterior a estas observaciones generales, y de lectura de libros se pudieron observar ciertas condiciones desfavorables:

- Como se muestra en la figura 3 Dentro de la distribución de espacios en la planta de producción el área de mantenimiento se encuentra dividida en dos sectores, taller automotriz, y taller industrial, esto conlleva a dificultar las tareas que se realizan en conjunto, crea la necesidad de realizar desplazamientos con cargas innecesarios.



**Figura 3:** Ubicación de taller automotriz y taller industrial, se enmarca con trazo azul la ruta más rápida entre las dos áreas.

- Para efectuar el lavado de los equipos de pasterizado de leche, de Tampico y el triblock que es el equipo de llenado de envase PET se requieren grandes cantidades de ácido nítrico y soda cáustica, en donde se cargan y movilizan entre 10 y 20 litros de soda caustica según el equipo y entere 8 y 12 litros de ácido nítrico. No existe un sistema seguro para realizar estas tareas, el operario tiene contacto directo con el químico corrosivo (ver figura 4). Ya se presentó un accidente laboral por quemadura de un operario con estos químicos durante la tarea. En las figuras 5 y 6 se evidencia el tipo de manipulación de las sustancias.

Figura 4: Operario de planta de producción manipulando ácido nítrico y soda cáustica.



**Figura 5 :** Actual sistema dispensador de ácido nítrico y soda cáustica.  
**Figura 6:** Actual ayuda técnica para desplazamiento de los químicos.



- Actualmente no existe un lugar para realizar las destrucciones de productos en mal estado, contaminando la bahía y potencializando el riesgo de accidentes laborales. No existe un equipo o ayuda técnica para realizar la tarea que se considera peligrosa por el tipo de productos que se manipulan, durante la ejecución manual de las tareas por la concentración de gases en los productos embotellados al realizar la destrucción del mismo por medio del impacto este explota y partículas de vidrio saltan por todas direcciones liberando el material contaminado y con la probabilidad de producir cortaduras e infecciones al operario. Se requiere intervención inmediata.
- Existen dos depósitos de desechos, pero la ubicación no es la indicada debido a la entrada del vehículo recolector de desechos el cual tiene que recorrer una distancia alrededor de la planta, contaminando el ambiente como se muestra en la figura 7 Por lo general la vía no está despejada existiendo alrededor de la misma escombros y materiales de desecho (ver figura 8).

**Figura 7:** Ruta del vehículo recolector de basuras en la planta de LECHESAN.



**Figura 8:** Fotografía alrededores de los almacenamientos de desechos y la planta de tratamiento de aguas residuales.



- La ubicación del lavado de cestillos se encuentra adjunta a la zona de envasado de leche en bolsa, contaminando el lugar, por lo tanto impide los valores asépticos necesarios. Se recomienda aislar completamente la zona de envasado.
- Se recomienda la realización del mantenimiento de los tanques de almacenamiento de leche cruda y pasteurizada, los cuales como se muestra en figura 9 presentan fallas, grietas y zonas con material oxidado que entra en contacto directo con el operario.

**Figura 9:** Fotografías de tanques de almacenamiento de leche con evidentes afecciones de oxido del material.



Para realizar un análisis estructurado con el método de valoración ergonómica LEST se dividió el área de producción en los siguientes puestos de trabajo Agua Bolsa, cava, Descargue de Leche en Cantinas y Timbos, Envasado de Leche, Laboratorio, Lavado de Cestillos, Oficinas de Planta de Producción, Pasterizado, Plato, Preformas PET, Taller Automotriz y Tampico. Las conclusiones de este método en los puestos de trabajo mencionados son las siguientes:

- Se requiere realizar observaciones directas en el puesto de trabajo para evaluar las maquinarias y su distribución y así identificar las causas de las posturas penosas que adopta el trabajador. Siendo esta la hipótesis se

analizara a partir del método OWAS para obtener conclusiones sustentadas por un método ergonómico de análisis postural en los siguientes puestos de trabajo: agua bolsa, cava, laboratorio, lavado de cestillos, pasterizado, plato, preformas PET, taller automotriz, Tampico.

- Se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de calor ya sea la maquinaria, o falta de ventilación y así poder intervenir para mejorar el ambiente térmico en los puestos de agua bolsa, lavado de cestillos, pasterizado, plato, preformas PET y taller automotriz.
- Debido a que los operarios usan protectores auditivos es necesario investigar si estos son los adecuados para las frecuencias que se necesitan proteger. agua bolsa, envasado de leche, lavado de cestillos, pasterizado, preformas PET.
- Se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de luz y necesidades específicas según las tareas a realizar en el puesto de trabajo. agua bolsa en cava se requieren observaciones directas y diseñar un mapa de luminarias frías. Envasado de leche Se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de luz y establecer el nivel adecuado para las dos zonas del puesto de trabajo.
- En agua bolsa y pasterizado se requiere de observaciones directas para evaluar las fuentes de vibraciones de la maquinaria.
- En pasterizado, envasado de leche, lavado de cestillos, preformas PET y en Tampico se requiere un análisis profundo sobre las maquinarias para realizar un análisis de la interfaz y cercanías de los paneles de control.
- Se requieren observaciones directas para identificar las repeticiones necesarias para ejecutar las tareas de agua bolsa y plato.
- Se recomienda realizar capacitaciones y desarrollo de talleres para generar sentido de pertenencia a los trabajadores, que resalten la responsabilidad de ellos para con la empresa en las áreas de agua bolsa, envasado de leche, lavado de cestillos, Tampico y taller automotriz.
- Se requiere de observaciones directas en la tarea para involucrar tiempos de cambios o de pausas que reduzcan el índice de fatiga por tiempos de trabajo excesivos u horarios no recomendados. agua bolsa, cava, envasado de leche, lavado de cestillos, pasterizado, plato, preformas PET, Tampico y taller automotriz.
- En laboratorio y recepción de leche en cantinas - timbos es necesario organizar y definir horas de llegada del producto para evitar pérdidas de tiempo en la tarea realizada por el operario, así también que se puedan establecer pausas y organiza tareas alternas para reducir la fatiga. En cuanto a observaciones para establecer el orden y los tiempos de las tareas

e intervenciones diferentes que debe ejecutar para optimizar y evitar errores encuentran los puestos de trabajo de envasado de leche, laboratorio, oficinas de planta de producción.

- En cava, plato, Tampico, taller automotriz y preformas PET se requieren observaciones directas para intervenir inmediatamente debido a riesgo de trastornos músculo esquelético por cargas dinámicas. Se debe aplicar el método NIOSH
- El operario debe poder detener la maquina o detener la cadena en caso de accidente desde su puesto de trabajo, también se debe organizar la ejecución de las tareas para evitar errores que generen pérdida de tiempo, de concentración y de ritmo de trabajo cava
- Intervenir ubicando un control del mando al alcance de los operarios cava
- Descargue de leche en cantinas y timbos actualmente no existe ninguna ayuda técnica para realizar la labor, necesita de intervención inmediata.
- observaciones directas y búsqueda de ayudas técnicas para el desarrollo de la tarea laboratorio.
- observaciones directas para evaluar la interfaz de las maquinarias y los instrumentos del laboratorio.
- Observaciones directas sobre los programas y software que maneja en el área para analizar la eficiencia y a interfaz de los mismos en las oficinas de planta de producción (análisis del sistema de información ATLAS)
- Estructurar las redes para definir responsabilidades para los trabajadores que desempeñan diferentes cargos en las oficinas de planta de producción.
- El operario de plato debe tener capacidad de parar la maquina o detener la cadena en caso de accidente, también se debe organizar la ejecución de las tareas para evitar errores que generen pérdida de tiempo, de concentración y de ritmo de trabajo
- Observaciones directas para identificar la falla e aislamiento del ruido exterior en el taller automotriz.

Estos resultados se presentaron formalmente a la empresa, en reunión con el Contralor de la empresa y directivo de gestión humana y jurídica Diego Anaya y dentro de la retroalimentación y la toma de decisiones se concluyó:

- La empresa no considera que la ubicación de las áreas de mantenimiento requieran de modificación, si se realizase el cambio la

inversión no sería comparable con los beneficios obtenidos, esta área no fue seleccionada para ningún tipo de valoración posterior.

- El equipo de mantenimiento comienza a diseñar un equipo para comprimir y destruir los desechos, mediante trabajo en equipo con el jefe de mantenimiento se desarrollan las ideas preliminares las cuales toma para desarrollar en su área de trabajo.
- Actualmente no hay un presupuesto para hacer un cambio de tal magnitud ya que este requiere el desarrollo de un proyecto civil.
- Se aprueba el aislamiento de la zona de envasado con la introducción de extractores, en total la intervención constaba en la ubicación de un panel de vidrio en un marco existente actualmente y la instalación de dos extractores de 30 cm de diámetro y esta operación quedó a cargo del personal de mantenimiento.
- Los datos de los rangos de frecuencias que deben protegerse por medio de los tapones para cada área fueron entregados al contralor para que revisara los datos con el equipo de gestión de calidad y la empresa proveedora de los protectores
- El diseño de las fuentes de luz fueron realizadas por la ARP colmena con la cual tienen el vinculo de trabajo. Los requerimientos de los puestos de trabajo fueron entregados a partir del análisis que se realizo en este proceso.
- Se comienzan a realizar las capacitaciones a los trabajadores para mejorar su sentido de pertenencia a la empresa, y evidenciar la importancia que tienen en la misma.
- El equipo de mantenimiento procede a la ubicación de un botón de encendido y apagado de la banda transportadora en cava.
- No se puede intervenir en el sistema de manejo de información ATLAS

Se seleccionan para observaciones directas las áreas de envasado de agua en bolsa, cava, laboratorio, lavado de cestillos, leche bolsa, pasterizado, plato, recepción de leche en timbos y cantinas, soplado de preformas, Tampico.

## 4. ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES DIRECTAS

Basados en los resultados obtenidos en las observaciones directas la empresa decide concentrar la continuación del estudio en diez áreas, las cuales se encuentran en la subdivisión de producción, esta decisión se tomó en conjunto con el contralor de la empresa y jefe de gestión Humana Diego Anaya, los criterios de decisión estaban en que tanta importancia tenía el área en la empresa, la cantidad y el tipo de problemas que tuviera, algunas causas fueron identificadas con la observación abierta y podrían realizarse las intervenciones de inmediato con los requerimientos dados. Los detalles de toma de datos y resultados se registraron y explicaron en detalle en el libro anexo en el título observaciones directas.

### 4.1. ENVASADO DE AGUA EN BOLSA

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea y sub tarea.

TAREA 1	Tomar las unidades de agua y embalarlas de a 24 y ubicarla en los cestillos
	subtarea1 Tomar la unidad de agua bolsa
	2 Tomar la bolsa vacía
	3 anudar la bolsa
	4 llenar la bolsa con las unidades
	5 ubicar la bolsa llena en los cestillos
	6 ubicar cestillos
	7 encendido y control de los indicadores de la máquina
	8 micro descanso
	9 desplazamiento
TAREA 2	cambiar tambor

Mediante la aplicación del método se pudo detectar en que subtarea el operario adquiriría una postura penosa, como conclusión se debe intervenir modificando las condiciones o modo en el que se ejecutan las subtareas 1,4 y 5, causando problemas musculo esqueléticos en piernas y espalda.

Se identifica que las condiciones que causan estas posturas son:

- la altura a la que caen las bolsas llenas de agua, lo cual se puede modificar, disminuyendo el ángulo de inclinación del sistema de direccionamiento de la bolsa, e intervención del cestillo en donde caen poniendo un fondo con una altura superior (ver figura 10).

y



**Figura 10:** Fotografía operario agua bolsa evidenciando la causas de las posturas penosas objetivos de intervención

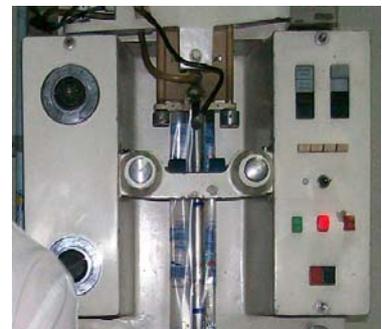
- La estiva en donde se ubican los cestillos debe tener un sistema que le permita variar la altura en la que se encuentra de tal manera que en el momento en donde solo haya un piso de cestillos la altura de la esta se encuentre en su tope máximo superior y baya bajando su nivel en pasos a medida que sean agregados los pisos de cestillos (ver figura 11)



**Figura 11:** Fotografía operario agua bolsa evidenciando la alternativa de intervención mejoramiento condiciones del trabajo.

- Se profundiza en el análisis del confort luminoso en donde se concluye que es necesario mover la luminaria c, acercándola mínimo 20 cm en eje x al operario, es necesario aumentar la intensidad de las tres luminarias o aumentar el número de estas buscando una intensidad luminosa del puesto de trabajo de 300 lux.

- Los elementos de la interfaz de la maquinaria son lo suficientemente claros, utilizan los colores adecuados con contrastes tonales, y leds para indicar la fase pause como se muestra en la figura 12. Pocos elementos de interacción lo que facilita el proceso de aprendizaje y disminuye posibilidades de error.



**Figura 12:** fotografía de la interfaz del equipo de envasado de agua bolsa.

## 4.2. CAVA

La distribución actual de la cava se muestra en la figura 13; se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural, para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea:

- tarea 1: Organización de cestillos
- tarea 2: Organización de plataformas de cestillos

Como conclusión de la aplicación del método en donde se evidencia posturas que afectan de manera importante el sistema musculo esquelético, presente en las dos tareas que realiza el operario (ver figura 14). Se requiere la intervención en el punto de levantamiento y de reposo de los cestillos, en el de reposo se podría realizar el mismo tipo de sistema de la estiba para agua bolsa y para intervenir en el punto de levantamiento aumentando la altura de la banda transportadora o rediseñar completamente el sistema de cava.

Como respuesta a la aplicación del método NIOSH se pudieron determinar las siguientes recomendaciones

- Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.
- Disminuir la distancia horizontal desde 60cm. hasta un valor cercano a 25cm. Acercar la carga al trabajador disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar descargues a nivel del suelo.



**Figura 13:** Vista general de la cava de LECHESAN SA

**Figura 14:** Fotografía de operario en cava evidenciando la postura que adopta en la tarea de descargue.

- Eliminar la asimetría de la postura del trabajador. Acercar el origen y el destino del levantamiento para disminuir la torsión necesaria en el levantamiento o apartar lo suficiente el origen y el destino para obligar al trabajador a girar los pies y caminar evitando la torsión.

- Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75cm.
- Mediante análisis del ambiente luminoso para las tareas que se desarrollan en el área se pudo identificar que la segunda luminaria se debe acercar mínimo 10 cm hacia la posición del trabajador y es necesario instalar más luminarias frías para obtener una intensidad luminosa en el puesto de trabajo de 200 lux.
- Se requiere establecer las áreas dentro de la cava para facilitar el proceso de ordenamiento de las estivas
- Es necesario ubicar un control del mando al alcance de los operarios que permita detener la cadena en caso de incidente de trabajo.

### 4.3. LABORATORIO

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

tarea 1: control de calidad de recepción de leche

subtarea 1: prueba de alcoholímetro en cantinas

subtarea 2: prueba de alcoholímetro en timbos

subtarea 3: prueba de agua en cantinas

subtarea 4: prueba de agua en timbos

tarea 2: análisis físico químico y microbiológico

La aplicación del método OWAS evidenció que el operario debe adquirir posturas inadecuadas durante la mayor parte de la ejecución de su tarea, se detectaron varias causas:

- El almacenamiento de productos químicos, y elementos de laboratorio se encuentra a una altura inapropiada y con un sistema de almacenamiento que dificulta el ingreso, y la extracción de los elementos (ver figura 15). Estos gabinetes no tienen el mantenimiento adecuado, son de un material no recomendable debido a su gran permeabilidad y deterioro por agentes químicos, sin iluminación y permitiendo el contacto entre productos incompatibles. Su sistema es deslizamiento horizontal sobre rieles, en el interior dos niveles separados con lámina de madera. Se recomienda una intervención inmediata en el sistema de almacenamiento.

**Figura 15:** Fotografía sistema de almacenamiento.



- El área de trabajo en la sección de siembra e incubación y recuento del laboratorio no tiene un dimensionamiento adecuado que permita un tránsito libre y un área de trabajo y almacenamiento adecuados (ver figura 16).

**Figura 16:** Fotografías exterior e interior de las áreas de análisis microbiológico en el laboratorio



- Los instrumentos para realizar las pruebas de la leche en su ingreso de cantinas y timbos no tienen unas dimensiones adecuadas que eviten que el operario requiera adoptar posturas de inclinación de la espalda o apoyo en un solo pie (ver figura 17). La organización de las cantinas para estas pruebas debe realizarse en un máximo de dos filas para disminuir la distancia horizontal entre el operario y el lugar de la toma de muestra. Se

recomienda ajuste y rediseño de los instrumentos de medición y capacitación de los operarios para que realicen una correcta organización del trabajo.

**Figura 17:** Fotografía en análisis de leche cruda



- Es necesario determinar horarios específicos de recepción de leche para evitar cambios repentinos de tareas y evitar errores por pérdida de concentración. Se recomienda en una fase intermedia ya que el cambio se puede percibir como una pausa por cambio de trabajo físico y mental.

#### **4.4. LAVADO DE CESTILLOS**

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

tarea 1: tomar cestillo sucio y ubicarlo en la máquina

tarea 2: tomar cestillo limpio y ubicarlo en la máquina

tarea 3: lavar la máquina

- subtarea 1 tomar cestillo sucio
- 2 retirar residuos sólidos
- ubicar cestillo sucio en la banda de
- 3 la máquina
- tomar cestillo limpio de la banda de
- 4 la máquina
- 5 voltear el cestillo para retirar el agua
- 6 ubicar cestillo limpio
- 7 organizar las torres de cestillos
- 8 Micro descanso

- Se identifica que la causa de las posturas inadecuadas es que no existe una ayuda técnica o sistema que permita dejar los cestillos siempre a la misma altura y que permita organizarlos en columnas sin necesidad de inclinarse o elevarse (ver figura 18). Esta ayuda técnica requiere un diseño

a profundidad importante para la salud del sistema musculoesquelético de los operarios, actualmente afecta la espalda.



**Figura 18:** Operario en lavado de cestillos.

- La máquina no posee un buen aislamiento térmico, y produce altas cantidades de vapor de agua, se requiere intervención por parte del área de mantenimiento.
- Se requiere establecer dos pausas más dentro de la jornada de trabajo, posterior a estas se puede realizar la tarea de organización de las columnas de cestillos y después continuar con el proceso de lavado.

#### 4.5. LECHE BOLSA

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

- tarea 1: lavado de maquinaria y preparación de inicio fin de producción
- subtarea 1 encendido de máquinas o apagado de las máquinas
  - 2 lavado y conexiones de máquinas
  - 3 montar rollos
  - 4 Trasladarse
  - 5 Micro descanso
- tarea 2: arranque de la producción
- subtarea 1 alistar cantinas descarga de leche para pasteurizar nuevamente
  - 2 cambiar rollos
  - 3 control y monitoreo de las especificaciones de peso y sellado
  - 4 Trasladarse
  - 5 Micro descanso
  - 6 control y monitoreo de los indicadores de la maquinaria
  - 7 adecuación del área de trabajo

- 8 retirar bolsas sin leche o mal selladas
- tarea 3: control y monitoreo de la producción
- subtarea
- 1 pesar 3 bolsas seguidas
  - 2 verificar el empaque
  - 3 cambiar rollos
  - 4 observar y controlar señales
  - 5 Micro descanso
  - 6 adecuación del área de trabajo
  - 7 retirar bolsas sin leche o mal selladas

- Mediante la aplicación del método se pudo detectar en que subtarea el operario adquiriría una postura penosa, como conclusión se debe intervenir modificando las condiciones o modo en el que se ejecutan las subtareas 2 y 7 de la tarea 2 y de la tarea 3 la subtarea 2, debido a que estas posturas tienen posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético en espalda.
- Las acciones correctivas que se recomiendan en un corto plazo son incluir una ayuda técnica para el desplazamiento de las cantinas y elevar la banda transportadora, lo cual requiere variar el ángulo de la banda de salida de la bolsa de leche o elevar la maquinaria (ver figura 19) estas acciones son similares a las que se requieren en envasado de agua bolsa.

**Figura 19:** Envasadoras de leche en bolsa y banda transportadora hacia plato.



- Es necesario ubicar más luminarias para obtener un Ept de 750 lux

#### 4.6. PASTERIZADO

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

- TAREA 1 encendido de equipos
- TAREA 2 carga y esterilizado del pasteurizador
- TAREA 3 monitoreo de estado de equipos y proceso (ver figura 20)
- TAREA 4 descreme
- TAREA 5 lavado de equipos
- TAREA 6 Conexión al tanque
- Subtarea 1 prueba de luminometría del pasteurizador
  - 2 abriendo llave de suministro de vapor
  - abriendo la llave de suministro de agua de refrigeración a la
  - 3 bomba auxiliar
  - 4 cierre de la llave de recirculación
  - 5 abrir llave de suministro d agua y aire al homogenizador
  - 6 ajustar la temperatura para esterilizar el pasteurizador
  - 7 conectar la bomba de suministro del producto al pasteurizador
  - 8 conectar la tina
  - 9 hacer conexión al tanque correspondiente
  - revisar el nivel del agua en el tanque de balance y la presión
  - 10 del agua caliente
  - 11 cuadrar la llave de 3 vías
  - 12 revisar nivel de los tanques
  - 13 abrir las llaves del agua para lavar el piso
  - 14 lavar piso
  - 15 registro de datos
  - revisar la temperatura del agua, esterilización, pasterización y salida, presión de entrada del equipo, presión de entrada del homogenizador, presión de salida del homogenizador, presión
  - 16 de salida del pasteurizador, presión del aire de suministro al pasteurizador, presión de aire de suministro al homogenizador, presión del agua de suministro al homogenizador, presión dl agua caliente, presión del vapor, amperaje del homogenizador
  - 17 abrir boquilla de toma muestras
  - 18 resetear alarma de la clarificadora
  - 19 cuadrando la llave para descremar
  - 20 ajustar caudal de la crema
  - 21 revisar la clarificadora
  - 22 medir el caudal de la crema
  - 23 lavado de manos
  - 24 desplazamiento
  - 25 colocase elementos de protección
  - 26 llevar ácidos y soda
  - 27 verter ácidos en el pasteurizador
  - 28 tomar muestras y llevar muestras
  - 29 conexión al tanque de almacenaje de leche procesada

Mediante el análisis de la aplicación OWAS se identificaron diferentes tareas en las cuales el operario requiere adoptar posturas penosas que perjudican el sistema musculo esquelético. Se presentan por código representando el primer dígito a la tarea y el segundo número a la subtarea: 2.7 2.8 2.9 2.24 4.16 4.22 5.27 6.29

Se requiere aislamiento térmico de la maquinaria y aumentar la ventilación en las subtareas 7, 8, 9, 16, 22, 23 y 24.

- Se recomienda plantear e implementar un sistema SCADA\* que facilite la supervisión, control y adquisición de datos de todos los equipos de pasterizado en un servidor y/o panel de control, disminuyendo los desplazamientos y el ritmo de trabajo del operario, quitando por completo la tarea de toma de datos debido a que el sistema acumularía los mismos entre otras funciones que mejorarían el rendimiento, control y calidad de la tarea.

**Figura 20:** Fotografías operario de pasterizado realizando tareas de registro de estado del equipo, proceso y condiciones de la leche



- Es necesario ubicar todas las llaves y herramientas en un lugar exequible y visible fácilmente (ver figura 21).

**Figura 21:** Actual ubicación para herramientas de pasterizado



\* (Supervisory Control and Data Adquisition). Aplicación especialmente diseñada para controlar a través de un ordenador y con dispositivos de campo, las operaciones de control, supervisión y registro de datos de cualquier proceso industrial gobernado por autómatas programables o redes de autómatas.

#### 4.7. PLATO

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

1. tomar cestillo
2. ubicar cestillo
3. tomar bolsa
4. ubicar bolsa
5. cargar cestillo y ubicarlo en la banda
6. recoger bolsas caídas
7. rechazos por calidad
8. micro descanso

**Figura 22:** Fotografías operarios en plato.



Se evidencian posturas con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético en espalda y piernas requiriendo acciones correctivas en un futuro cercano en las tareas 1, 3, 4, 5 y 6 (ver figura 22). Se identifican las siguientes causas de las posturas que adquiere el operario:

- El área de trabajo es demasiado pequeña y desempeñan su función 3 operarios simultáneamente.
- La ubicación del centro de agarre del cestillo al operario es mayor a la recomendada, en diferentes ocasiones se hace necesario que el operario salga de su área de trabajo interfiriendo en la tarea de los demás y deteniendo su ciclo de trabajo para acercar las torres de cestillos hasta su alcance.
- Se recomienda invertir el posicionamiento de los operarios y cambiar el sistema del plato donde reposan las unidades de leche bolsa por una banda transportadora que siga el perímetro de la banda de cestillos, disminuyendo así la distancia el punto de levantamiento de la carga y el operario, aumentando el área de trabajo, y facilitando el procedimiento de organización y toma de las torres de cestillos.

- El ritmo de trabajo es muy acelerado y tienen pocas pausas, se recomienda programar dos descansos adicionales.
- Es importante ubicar un tipo de accionamiento que permita detener la cadena en caso de producirse un incidente o un error importante.
- Evaluando el peso del cestillo no se hizo necesario aplicar el método NIOSH
- Se requiere implementar sistemas de ventilación en el área de trabajo para mejorar el confort del ambiente térmico.

#### 4.8. RECEPCIÓN DE LECHE EN TIMBOS Y CANTINAS

En el momento de realizar las observaciones directas para aplicar el método de valoración ergonómica NIOSH la empresa toma la decisión de omitir este sistema de recepción de leche cruda, dejando este sistema a realizarse en la planta de acopio de San Alberto en donde se tienen las instalaciones y las ayudas técnicas necesarias para la realización de la tarea. Quedando como única forma de recepción de leche por medio de carro tanque. Habiéndose realizado ya la aplicación del método OWAS para esta área se procede a seleccionar la tarea uno que se mantiene en la recepción de leche con carro tanque. No se logra realizar el análisis con el descargue de carro tanque por decisión de la empresa, ya que la actividad que se realiza adicional es el lavado del carro tanque, realizado por el personal de producción y para efecto de la observación se dificulta el acceso y no fue autorizado. La autorización fue negada por la jefe de sistema de gestión de calidad Claudia Faría.

Con el análisis realizado se evidencian posturas con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético. Las causas identificadas se enumeran a continuación:

- En el área de trabajo no existe un lugar específico en donde el operario pueda acceder fácilmente a las herramientas e instrumentos necesarios para efectuar las tareas (ver figura 23). Por lo cual se recomienda el diseño e instalación de un sistema de almacenamiento de los elementos que se necesitan en el área.

**Figura 23:** Actual sistema de almacenamiento de instrumentos necesarios para desarrollar la labor de recepción de leche cruda.



- Es necesario que el área de gestión de calidad capacite al operario sobre el modo de realizar el lavado y preparación del área para la recepción de leche cruda y después de realizada la tarea.

#### 4.9. SOPLADO DE PREFORMAS

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se establecieron los siguientes códigos para cada tarea

- TAREA 1 preparación y encendido de la maquina
- subtarea 1 Apertura de aire
- 2 suministro de preformas
- 3 encendido eléctrico
- 4 encendido de cargador de preformas  
alcanza temperatura de los
- 5 calentadores
- 6 desplazamiento
- 7 levantar botellas caídas
- TAREA 2 control del proceso
- subtarea 1 Verificar control de calidad de las  
botellas
- 2 monitorear y controlar las señales de  
la maquina
- 3 cambio de bolsa
- 4 suministro de preformas
- 5 micro descanso
- 6 desplazamiento
- 7 levantar botellas caídas
- TAREA 3 cambio de bolsa
- subtarea 1 Verificar control de calidad de las  
botellas
- 2 monitorear y controlar las señales de  
la maquina
- 3 cambio de bolsa
- 4 suministro de preformas
- 5 micro descanso
- 6 desplazamiento
- 7 levantar botellas caídas

Mediante la aplicación del método OWAS se identifican las tareas en las cuales el operario adquiriría posturas que afectaban el sistema musculo esquelético: 1.2, 1.7, 1.3, 1.5, 2.2 (ver figura 24).

No se aplica el método NIOSH debido a que los levantamientos con cargas de peso considerable son poco frecuentes.

- La maquinaria produce poco calentamiento, pero al área de trabajo no está lo suficientemente ventilada. Debido al requerimiento de asepsia se recomienda implementar un sistema de control de ambiente térmico en el área.
- El panel de control tiene difícil acceso por lo que dificulta una rápida respuesta, las rutas de desplazamiento que tiene que recorrer el operario en la ejecución de las tareas correspondientes al área se encuentran obstaculizadas por material y por la división de paredes que se encuentran allí. Se recomienda la eliminación de estos divisores de espacios y reubicar la máquina de soplado mínimo un metro en dirección al equipo de envasado PET. Una de las alternativas para intervenir sería omitir de la banda transportadora de el equipo de envasado PET que actualmente no se está utilizando debido a que la producción no es lo suficientemente grande como para necesitar la cadena completa de producción en donde se enaceitarían seis operarios capacitados trabajando simultáneamente en esta área. Otra de las alternativas sería llevar completa la cadena de PET desde soplado de preformas hasta el envasado y embalaje, necesitando entonces acortar la banda transportadora desde el equipo de soplado hasta el equipo de llenado, esto traería consigo disminución de tareas como el cambio de bolsa y el levantamiento de botellas caídas que son dos de las tareas que representan un problema postural para el operario. También aumentaría el confort acústico de los trabajadores de agua bolsa debido a que la programación de actividades de los equipos contiguos a esa área disminuirá a un 50% de tiempo.



**Figura 24:** Fotografías de operario de soplado de preformas desarrollando diferentes tareas.

#### 4.10. TAMPICO

Se aplica el método OWAS para el análisis de la carga postural para la aplicación del método se dividió el análisis en dos etapas, debido a que son dos procesos que se realizan en días diferentes, uno de ellos es el de pasterizado de Tampico Citrus Punch (ver figura 25) y el segundo es el envasado de Tampico en el empaque PET (ver figura 26), para ello se establecieron los siguientes códigos para cada una de las tareas:

- tarea 1: esterilizar del pasteurizador de Tampico
- tarea 2: esterilizar y preparar maquinas para envasado
- tarea 3: preparación de Tampico y control del proceso de pasterizado
- tarea 4: envasado de Tampico 1: ubicar envase en la etiquetadora
- tarea 5: envasado de Tampico 2: poner funda de sellamiento al envase
- tarea 6: envasado de Tampico 3: organizar grupos para embalaje
- tarea 7: envasado de Tampico 4: tomar y ubicar en bodega el producto embalado

**Figura 25:** Fotografía de área de pasterizado y preparación de Tampico



**Figura 26:** Fotografías en envasado PET que evidencian las posturas penosas que adopta el operario para realizar las tareas.



Se presentan problemas posturales que afectan el sistema musculo esquelético y que necesitan intervención en las tareas 2, 4 y 7. Las principales causas a atacar son:

- El área en donde se encuentra ubicado el equipo de llenado de envase PET es muy reducido, en donde el operario se ve forzado a adquirir posturas penosas para efectuar sus tareas. Por lo tanto se recomienda la eliminación de la pared que divide el área de envasado de PET con envasado de agua bolsa. Lo que disminuiría el riesgo en la tarea 2.
- Para disminuir el riesgo de la tarea 4 sería necesario omitir la sub tarea de toma del envase desde la bolsa por lo tanto se recomienda unificar la cadena de soplado de preformas y la cadena de llenado y embalaje, así como se profundizo en las recomendaciones para soplado de preformas.
- Para disminuir el riesgo de la tarea 7 se recomendaría la implementación del mismo sistema o ayuda técnica en las estibas que se requiere en cava y en agua bolsa.
- Señalización de tubos y válvulas conectoras
- No es posible la aplicación del método NIOSH ya que el operario realiza desplazamientos largos con la carga lo cual no contempla el método. Pero implementando la recomendación de la ayuda técnica con sistema de estiva se disminuiría el riesgo.
- Se hace necesario el poder ubicar un punto de control del encendido de la maquina en cada uno de los puestos bases de trabajo como son los de las tareas 4, 5, 6 y 7.
- Debido a ser un trabajo mental y físicamente agotador se requiere realizar un mayor número de pausas durante la jornada de trabajo non-stop que realizan.

#### **4.11. SELECCIÓN DEL ÁREA A INTERVENIR**

Las conclusiones y recomendaciones presentadas en el análisis por sectores de las observaciones directas fueron entregadas al contralor quien en reunión del COPASO\* con representantes de las áreas de la empresa se toma la decisión de realizar la intervención en laboratorio debido al nivel de importancia del almacenamiento de productos químicos, y por generar problemas a los

---

\* REUNIÓN DEL COPASO DE LECHESAN SA con Claudia Faría, Jefe de SGC; Expedito Rodríguez, Operario de Producción; Diego Anaya, Jefe Gestión Humana; y Raquel Gonzales, Secretaria de Gerencia y Jefe de Compras. Bucaramanga, 17 de junio de 2008.

trabajadores del área en diferentes niveles, carga física, mental, contaminación, riesgo de reacciones peligrosas y afecciones en el sistema musculoesquelético. Algunas de las recomendaciones realizadas para otras áreas las podían desarrollar el área de mantenimiento a la cual le adjudicaron los proyectos. Para el puesto de trabajo en cava en donde el riesgo era alto tomaron la decisión de llevar a cabo en estudio terminado el proceso de el laboratorio.

## **5. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ENCONTRADA**

El diagnóstico se realiza presentando las actividades o situaciones que actualmente se evidencian como críticas y problema, se identifican las causas que están generando estas situaciones y se plantean las consecuencias que traería a corto, mediano y largo plazo la no intervención del puesto de trabajo.

### **5.1. ACTIVIDAD CRÍTICA ENCONTRADA**

Las actividades y situaciones críticas encontradas en el laboratorio se explican en detalle a continuación:

- Se evidencia un ambiente contaminado por la presencia de gases de diferentes productos químicos en el ambiente, fácilmente identificables por el olor dentro del laboratorio.
- Dificultad para encontrar y acceder a insumos químicos o instrumental de laboratorio, por lo que los trabajadores del área pierden tiempo en la búsqueda de los mismos, mientras permanecen en posturas nocivas.
- Realizan diferentes tareas y actividades las cuales se ven interrumpidas por otra tarea que es necesario desarrollar de inmediato, por lo que pausan el ciclo de trabajo y comienzan la siguiente tarea culminándola retornan a la tarea y ciclo anterior.
- El almacenamiento de los productos químicos presenta algunas fallas de compatibilidad, generando riesgo de presentar reacciones adversas.

### **5.2. CAUSAS DE LA ACTIVIDAD CRÍTICA**

Las causas que generan los puntos de riesgo, denotan tanto fallas en la organización como en distribución y diseño de las instalaciones, estas causas se enumeran a continuación en orden respectivo a las actividades mencionadas anteriormente.

- El laboratorio se encuentra como una isla en medio de la planta de producción, aislado en todo momento, con dos puertas de acceso y con una sola en funcionamiento que permanece cerrada, sistema de ventilación con aire acondicionado, tal como son las recomendaciones del SGC pero cumplen un lado de los ítems y no sobrellevan las connotaciones de los mismos. Dentro del laboratorio se encuentran almacenados y en uso continuo gran cantidad de químicos que producen gases que contaminan el ambiente siendo el laboratorio aislado térmicamente usando sistema de aire acondicionado no incluye un sistema de extracción de gases.

- El almacenamiento de productos químicos, y elementos de laboratorio se encuentra a una altura inapropiada y con un sistema de almacenamiento que dificulta el ingreso, y la extracción de los elementos. Los productos están organizados en cuatro grupos divididos en izquierda superior, derecha superior, izquierda inferior y derecha inferior almacenando los químicos corrosivos, inflamables, tóxicos y nulos. No existe el aislamiento adecuado entre estos grupos de químicos. Estos gabinetes no tienen el mantenimiento adecuado, son de un material no recomendable debido a su gran permeabilidad y deterioro por agentes químicos, sin iluminación y permitiendo el contacto entre productos incompatibles. Su sistema es deslizamiento horizontal sobre rieles en el interior dos niveles separados con una lámina de madera que presenta deterioro.
- El horario de descarga de leche tiene un margen amplio lo que no establece un determinado momento para efectuar las pruebas en la recepción. Los trabajadores del laboratorio se ven obligados a suspender la labor actual para cumplir las tareas de descarga.
- A pesar de la organización de los productos químicos según su tipo de peligrosidad, que se encuentran bien catalogados, hay algunos de ellos que no son compatibles con el grupo en cuestión por una reacción específica.

### **5.3. CONSECUENCIAS ACTIVIDAD CRÍTICA**

- Debido a que continuamente permanecen en el ambiente la mezcla de estos vapores, el área de trabajo se convierte en potencialmente nociva para la salud de los trabajadores y presentando riesgo de reacciones adversas que conlleven a un accidente de trabajo.
- Las posturas que adquieren los operarios son nocivas para el sistema muscular esquelético, generando problemas de espalda y piernas. Al presentar dificultad en el acceso a los productos se genera el riesgo de accidente por ruptura de algún frasco de vidrio contenedor del reactivo.
- La ausencia de un horario específico impide organizar las tareas correctamente, como consecuencias puede generar errores por pérdida de la concentración, o fallas en los resultados de las pruebas por ausentarse del laboratorio para efectuar las pruebas en la bahía.
- El almacenamiento de productos no compatibles en una distancia entre ellos menor a un metro podría generar alguna reacción desfavorable, incendios, quemaduras o vapores tóxicos e inflamables activos.

## **6. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO**

En conjunto con los directivos de la empresa y en una reunión del COPASO se decide seleccionar el laboratorio para continuar con el desarrollo del proyecto, debido a las falencias que tiene este sector en cuanto a seguridad industrial y en cuanto a carga postural. El diseño irá encaminado al diseño de puesto de trabajo en el laboratorio con adecuación de espacios, mejoramiento de espacios de almacenamiento. En el laboratorio se realizan muestreos de control de calidad a materias primas, productos en proceso, productos terminados, superficies, utensilios o instalaciones. Para cada uno de estos muestreos se realiza una descripción del muestreo, análisis de laboratorio, parámetro de aceptación y rechazo, responsables y reportes. Estos análisis se realizan en tres áreas de trabajo y para cada uno de los procesos se necesitaran ciertos implementos y elementos. Teniendo conocimiento de estos procesos, basados en el sistema de gestión de calidad presente en la empresa y necesidades específicas identificadas por observación y análisis de las tareas se pudo plantear requerimientos generales y específicos a cada sector; se realizó una lista de insumos, elementos, y equipos por sector para facilitar la toma de decisión en el aspecto dimensional de las áreas y mobiliario, ver anexo 2.

### **6.1. REQUERIMIENTOS DE USO**

- El laboratorio debe tener tres áreas de trabajo, para microbiología dos áreas la primera para siembra y la segunda para incubación y recuento; el área número tres está dispuesta para el análisis físico – químico.
- El laboratorio debe tener un área para muestras de producto con capacidad para almacenar hasta seis cestillos de cada producto, teniendo como tales agua bolsa, agua PET, leche pasteurizada y Tampico PET.
- El laboratorio debe tener sistemas de almacenamiento que permitan organizar los insumos químicos según su peligrosidad, y que ubicados de tal manera que se pueda acceder a ellos de una manera rápida y precisa. Deben existir dos almacenamientos el primero para los reactivos ya preparados y el segundo para las grandes cantidades que no se usan directamente sobre las muestras.
- Debe tener sistemas de almacenamiento para elementos de protección personal, seguros, de fácil acceso y visibles en todo momento.
- Debe tener sistema de almacenamiento adecuado para los instrumentos de trabajo.

- Debe tener un sistema de lavado de ojos.
- Debe tener una ayuda técnica en caso de un derrame de producto peligroso.
- Debe tener una ayuda técnica para el lavado de los instrumentos de trabajo.
- .
- Debe tener equipo y materiales para el control de derrames, que permita que los trabajadores intervengan de forma inmediata en caso de riesgo para evitar accidentes o daños mayores.
- Debe tener una biblioteca para almacenamiento de los análisis, manuales y diferentes registros.

## 6.2. REQUERIMIENTOS FORMALES

- Se utilizarán los colores de la imagen corporativa de LECHESAN S.A.

Blanco	C0	M0	Y0	K0	R0	G0	B0
Azul 1	C94	M100	Y28	K12	R50	G25	B86
Azul 2	C92	M66	Y5	K0	R37	G78	B143

- Se deben manejar pocos elementos y omitir decoraciones innecesarias, para evitar distracciones y concentrar la atención de los trabajadores en los elementos de importancia para la ejecución de las tareas.
- Se debe resaltar con color las etiquetas y señales, manejando un color de fondo neutro, con tonalidades azules en saturaciones bajas o blanco para usar en el mobiliario, sistemas de almacenamiento, paredes y pisos.
- Acabados con superficies lisas y bordes redondeados.
- Manejar señales que demarquen espacios dentro del laboratorio, identifiquen productos y procedimientos, según reglamentación vigente aplicada en la empresa por el SGC o implementar un nuevo sistema.
- Generar elementos y formas que le permitan al trabajador percibir seguridad, asepsia y control del entorno laboral.
- Manejar un estilo sobrio, sencillo con elementos de composición visual basados en líneas continuas, curvas y ángulos amplios

### 6.3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

- Se necesitan conexiones eléctricas en las tres zonas de trabajo para todos los equipos que se utilizan en las áreas, estas conexiones deben estar exequibles y al mismo tiempo aisladas de fuentes de humedad.
- Se deben alejar los almacenamientos de productos incompatibles y de grupos de riesgo químico diferentes.
- Se requiere que los sectores sean ventilados para la correcta evacuación de vapores nocivos y peligrosos.
- El uso de materiales resistentes, impermeables, que no se corroan, como el acero inoxidable, polímeros de alta densidad, maderas con recubrimientos ignífugos.
- Es importante que el piso del laboratorio cuente con una base impermeable y de material ignífugo.
- Los sistemas de almacenamiento y mesones deben contar con estructuras de retención en caso de derrames de reactivos.
- Las áreas, sistemas de almacenamiento, y productos químicos deben estar detalladamente etiquetados.
- La ubicación del extintor a una altura aproximada de 1.20 metros. En un lugar de fácil acceso.
- Dentro del laboratorio se debe encontrar un control del sistema de alarma para activar de forma inmediata en caso de incendio.

### 6.4. REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES

Dimensiones mínimas de secciones independientes dentro del laboratorio, tomadas a partir de análisis de elementos, equipos e insumos necesarios en el área y las actividades que realiza el trabajador. En el anexo 2 se encuentra en detalle la lista de insumos y reactivos necesarios en cada sección de laboratorio. Estas dimensiones se determinaron debido a la observación y análisis de las tareas que se realizan, equipos y elementos que utilizados en el área de trabajo

#### 6.4.1. Análisis Físico Químico

- Área de trabajo libre de 150\*60 cm. Distribuidos para cumplir con un área de consignación de formatos con dimensiones mínimas de 44 \* 60 (cm)

- Área de lavado que incluya plataforma para ubicar elementos en proceso de lavado y secado de min 150 \* 60 (cm) y espacio para la para cuba de lavado.
- Área de cinco metros cuadrados para ubicar los equipos de análisis.
- Capacidad para almacenamiento de reactivos de 1.5 metros cúbicos.
- Capacidad para almacenamiento de instrumentos de 1 metro cúbico.
- Espacio de circulación con un ancho min de 2,40 (m)

#### 6.4.2. Área de Siembra:

- Área de trabajo libre de 150\*60 cm.
- Área para consignar formatos 44\*60cm.
- Área de 1 \* 4 (m) para ubicar los equipos de análisis.
- Capacidad para almacenamiento de reactivos de 2 metros cúbicos.
- Capacidad para almacenamiento de instrumentos de 1 metro cúbico.
- Espacio de circulación con un ancho min de 2 (m)

#### 6.4.3. Área de Recuento

- Área de trabajo libre de 150\*60 cm.
- Área para consignar formatos 44\*60cm.
- Área de 1 \* 3 (m) para ubicar los equipos de análisis.
- Capacidad para almacenamiento de reactivos de 1.5 metros cúbicos.
- Capacidad para almacenamiento de instrumentos de 1 metro cúbico.
- Espacio de circulación con un ancho min de 2 (m)

#### 6.4.4. Cuarto de Cuarentena

- Área para consignar formatos 44\*60cm.
- Capacidad para almacenamiento de muestras para cuarentena que permita el almacenamiento 40 cestillos. Dimensiones de cada cestillo 53 \* 24 \* 36 (cm)
- Espacio de circulación con un ancho min de 1.20 (m)

## 7. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN ERGONÓMICA

Estas propuestas apuntan a la redistribución de los espacios de trabajo dentro del laboratorio que faciliten el desarrollo de las diferentes tareas, ofrezcan confort, proyecten seguridad y sean formalmente atractivas.

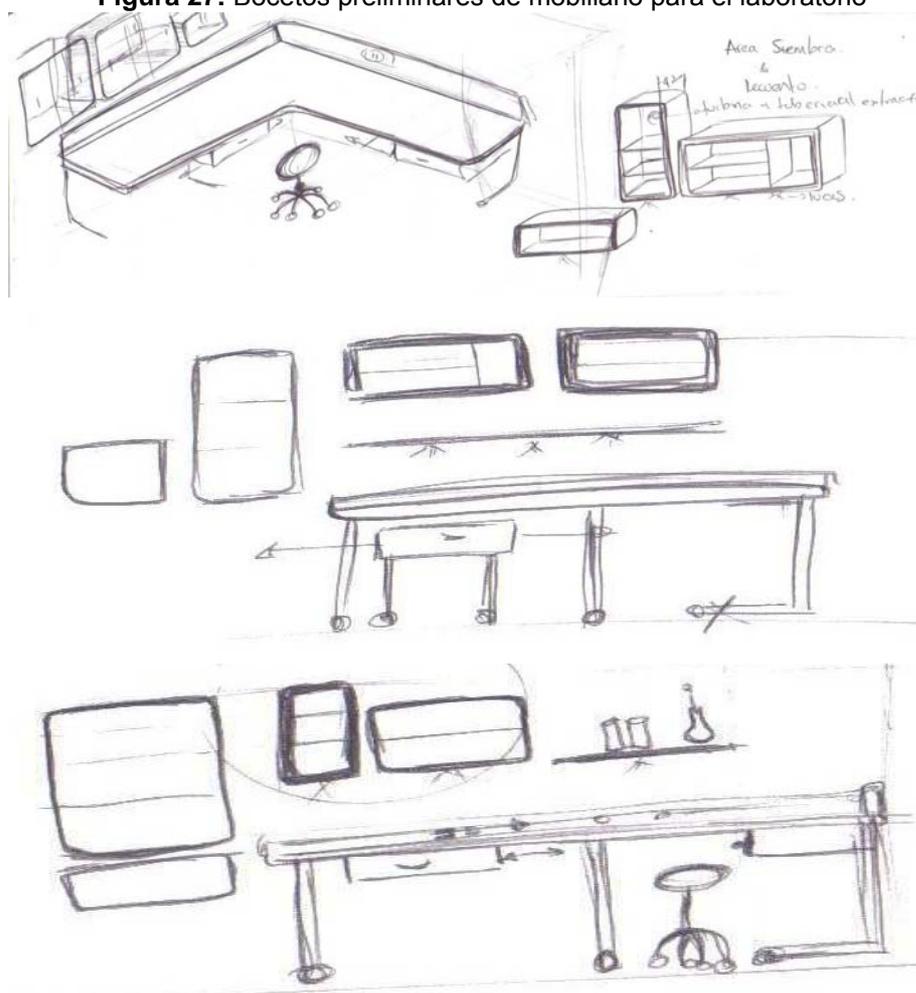
Se realiza un acercamiento de sistemas, dimensiones, materiales y función específica de mobiliario.

Se diseña un formato para el etiquetado de áreas y productos. Fusionando normatividad interna con la imagen corporativa de la empresa.

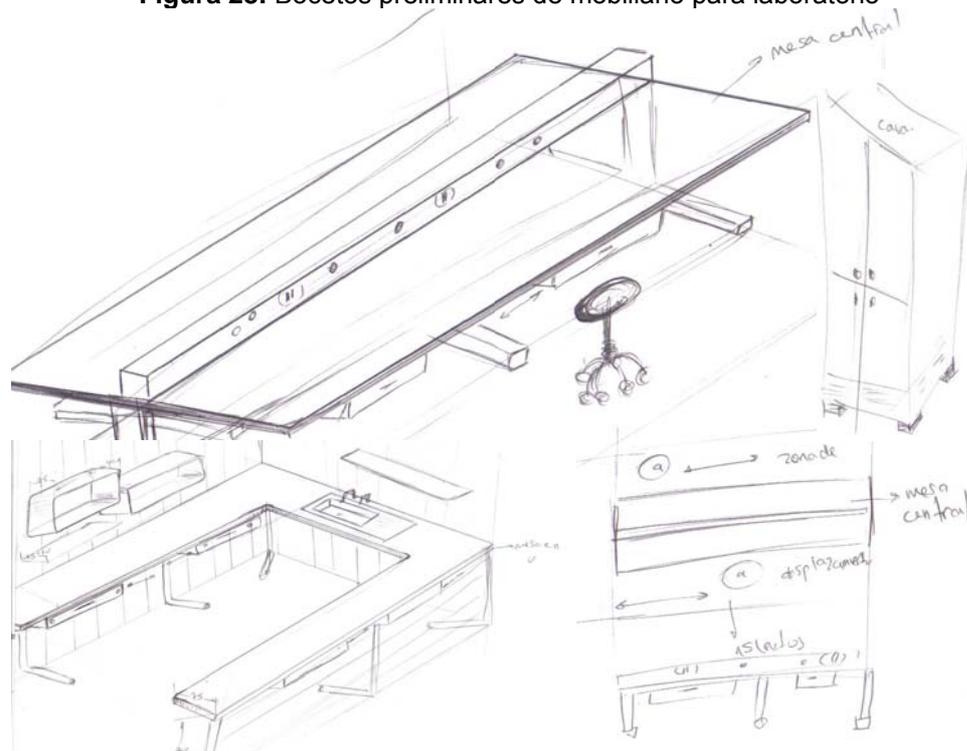
### 7.1. BOCETOS PRELIMINARES

Se esbozan ideas preliminares de mobiliario para poder posteriormente establecer alternativas de distribución de los mismos en función de las tareas y requerimientos identificados (ver figura 27 y 28). Se desarrollan bocetos de los sistemas de almacenamiento de productos, de mesas de trabajo, estanterías entre otros.

**Figura 27:** Bocetos preliminares de mobiliario para el laboratorio



**Figura 28:** Bocetos preliminares de mobiliario para laboratorio



A partir de los bocetos se seleccionaron las repisas flotantes para el almacenamiento de los insumos químicos. Para los mesones de trabajo se seleccionan en forma de L y U debido a que aprovechan de mejor manera el espacio, llevando el mobiliario hacia las paredes, requiriendo así menos estructura de soporte visible. Las cajoneras deslizables a un solo nivel se escogen por encima de los módulos de almacenamiento independientes y móviles, debido a el mejor aprovechamiento del espacio. Se selecciona el sistema a doble cara del armario para el almacenamiento de productos en cuarentena, biblioteca e insumos neutros de mayor tamaño, ya que ofrece mejores opciones de organización y accesibilidad a diferentes divisiones.-

## 7.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para el desarrollo de las alternativas se realizó un plano de la distribución actual del laboratorio con el mobiliario, sobre una rejilla aurea de 12 unidades de ancho por 16 unidades de largo, estas unidades son un cuadrado de 50 cm. en las alternativas de solución se presenta variantes en la distribución de los espacios, variantes de el mobiliario pero manteniendo el mismo sistema.

Dentro de los materiales a utilizar para las alternativas se encuentran:

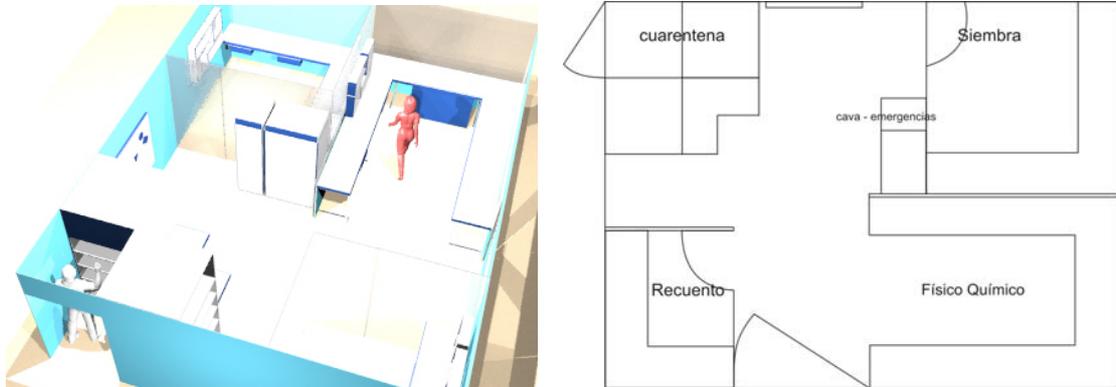
Lámina y perfilería en acero inoxidable

Lámina de mdf con recubrimiento de pintura epoxi.

### 7.2.1. Alternativa Uno

La distribución de las diferentes zonas para el laboratorio se muestra en la figura 29.

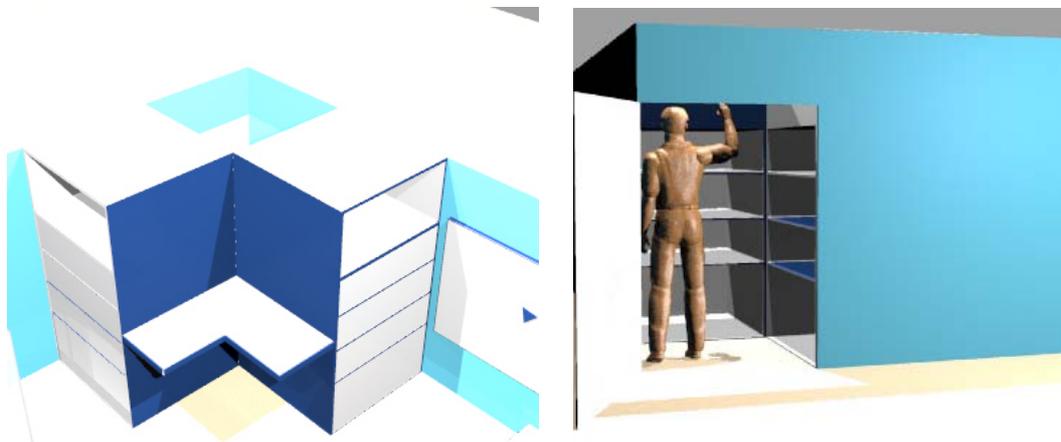
**Figura 29:** distribución del laboratorio vista aérea alternativa uno



- **Área de Cuarentena:** El ingreso de las muestras para cuarentena se realizan por el personal de producción, quienes no podrán acceder al área de laboratorio, ingresan por una puerta auxiliar. Para revisión y análisis de las muestras, el personal del laboratorio podrá tener acceso desde el área principal, sin ningún tipo de restricción. Dentro de los elementos se diseñan dos armarios para almacenamiento fijos (ver figura 30 y 31), cada uno de ellos dividido en cuatro secciones; una superior de biblioteca, un área inferior para almacenamiento de aguas destiladas u otros elementos, y en la sección central dividida en dos secciones verticales para almacenamiento de las muestras. En la cara del armario dispuesta ante el personal que ingrese las muestras tendrán tapada la sección de biblioteca y no tendrá puertas ante sí para facilitar el ingreso de los cestillos a cada sección. En las caras dispuestas ante el laboratorio habrán tres puertas y la sección abierta es la de la biblioteca, de otras caras se dispone el tablero de apoyo para registro de datos el cual sirve de ensamble de los armarios.

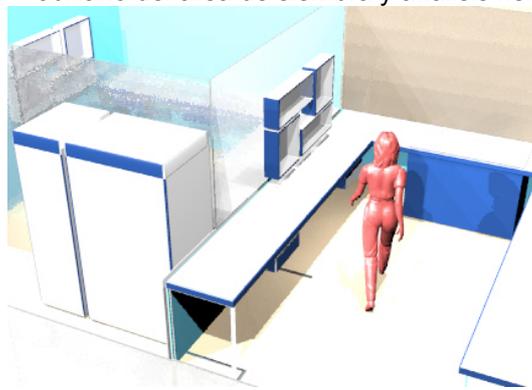
**Figura 30:** Armario para almacenamiento de productos en cuarentena, biblioteca, y almacenamiento de agua destilada

**Figura 31:** Vista del área de cuarentena por parte del personal de producción.

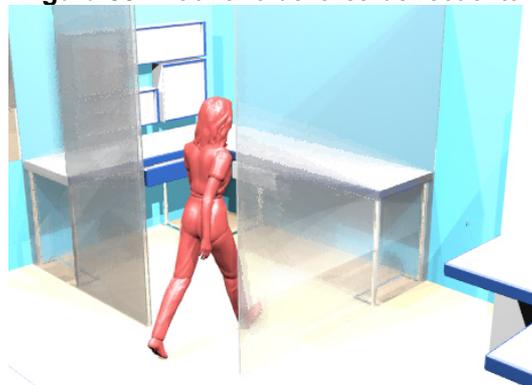


- Área Análisis Microbiológico de Siembra y Recuento: Distribuidas en las dos esquinas opuestas entre si, se encuentran aisladas como habitaciones dentro de el laboratorio, el acceso es por una puerta giratoria, los paneles divisores se presumen en la parte inferior, lamina metálica o concreto y en la parte superior vidrio templado. El mobiliario consta por un mesón en forma de L, con cajoneras deslizables por medio de rieles en la cara inferior del mesón. Estantería dos puertas sin herrajes compuesta por módulos de diferentes dimensiones empotrados en la pared, para almacenamiento de productos químicos separados según su especificación y grado de peligrosidad, y estantes abiertos para ubicar instrumentos de laboratorio. Para ver la distribución de las zonas ver figura 32 y 33.

**Figura 32:** mobiliario del área de siembra y análisis físico químico.



**Figura 33:** mobiliario del área de recuento.

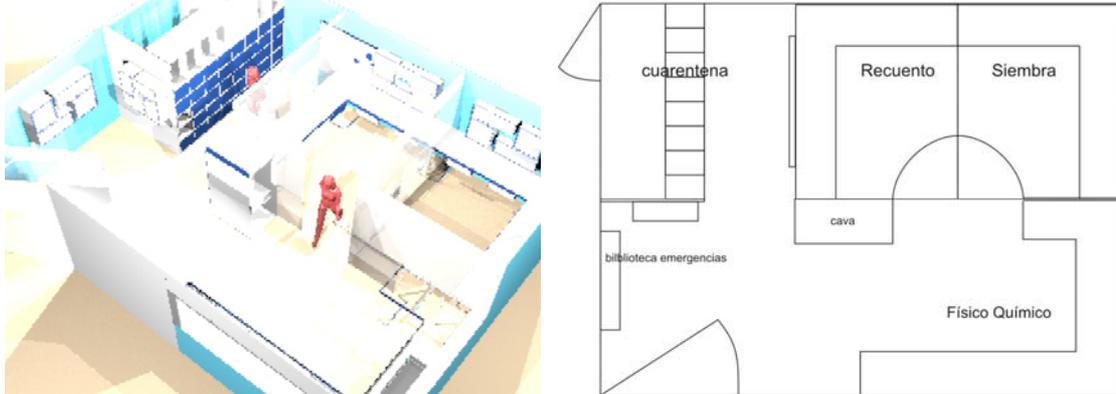


- Área de Análisis Físico-Químico: Es el área más amplia y abierta consta por un mesón en forma de U (ver figura 32), con el mismo sistema de cajoneras y estantes que en el área de análisis microbiológico, dentro del área se encuentran el sistema de almacenamiento en cava y un área con estantería para material de emergencias, como manta anti fuego, aserrín, primeros auxilios y el extintor. Se encuentra también el acceso al armario de cuarentena. Tiene acceso directo a la puerta de salida del laboratorio y a las puertas de las áreas de análisis microbiológico. En este espacio se encuentra el módulo de lavado incluido en el meso de trabajo principal.

### 7.2.2. Alternativa Dos

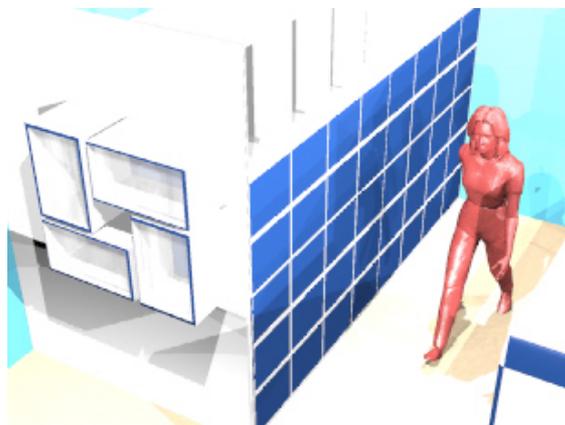
La distribución de las diferentes zonas para el laboratorio se muestra en la figura 34.

**Figura 34:** distribución del laboratorio vista aérea alternativa dos



- Área de Cuarentena: El ingreso de las muestras para cuarentena se realizan por el personal de producción, sin acceso al área de laboratorio, ingresan por una puerta auxiliar. Para revisión y análisis de las muestras, el personal del laboratorio tiene acceso desde el área principal, sin ningún tipo de restricción. Dentro de los elementos se diseña un armario para almacenamiento fijo, dividido en dos secciones. Un área inferior para almacenamiento de aguas destiladas u otros elementos, y la sección central dividida en ocho áreas verticales para almacenamiento de las muestras. La sección de biblioteca no tiene acceso para el personal que ingresa las muestras, en la cara del armario anterior a la del laboratorio y no tendrá puertas ante sí para facilitar el ingreso de los cestillos a cada sección. En la cara dispuesta ante el laboratorio habrán doce puertas y la sección abierta es la de la biblioteca. La distribución de las zonas se muestra en la figura 35.

**Figura 35:** Área de cuarentena, biblioteca y emergencias alternativa dos.



- Área Análisis Microbiológico de Siembra y Recuento: Distribuidas de manera seguida en la esquina contigua a análisis físico químico, se

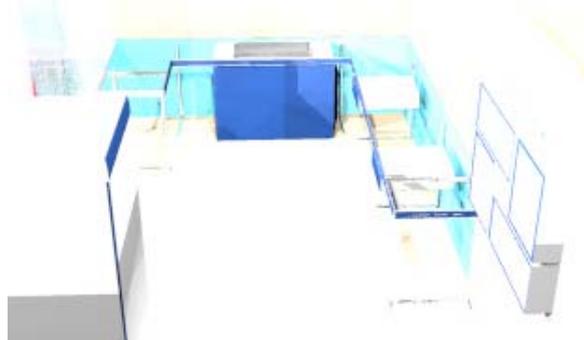
encuentran aisladas como habitaciones dentro de el laboratorio, el acceso es por una puerta giratoria, los paneles divisores se presumen en la parte inferior, lámina metálica o concreto y en la parte superior vidrio templado. El mobiliario consta por un mesón en forma de L que abarca completamente el ancho y largo del área, con cajoneras deslizables por medio de rieles en la cara inferior del mesón. Estantería dos puertas sin herrajes compuesta por módulos de diferentes dimensiones empotrados en la pared, para almacenamiento de productos químicos separados según su especificación y grado de peligrosidad, y estantes abiertos para ubicar instrumentos de laboratorio. La distribución de las zonas se muestra en la figura 36.

**Figura 36:** mobiliario del área de siembra y área de recuento.



- **Área de Análisis Físico-Químico:** Es el área más amplia y abierta consta por un mesón, con el mismo sistema de cajoneras y estantes que en el área de análisis microbiológico, dentro del área se encuentran el sistema de almacenamiento en cava y un área con estantería para material de emergencias, como manta anti fuego, aserrín, primeros auxilios y el extintor (ver figura 37). Se encuentra también el acceso al armario de cuarentena. Tiene acceso directo a la puerta de salida del laboratorio y a las puertas de las áreas de análisis microbiológico.

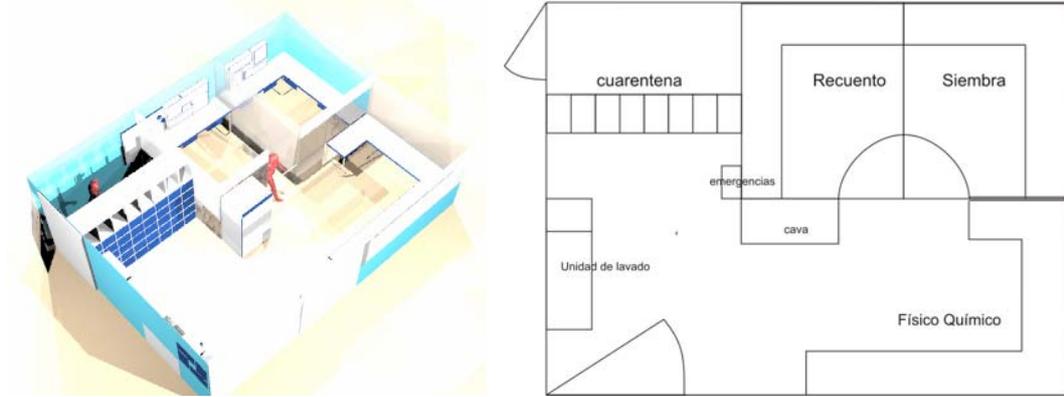
**Figura 37:** mobiliario del área de análisis físico químico



### 7.2.3. Alternativa Tres

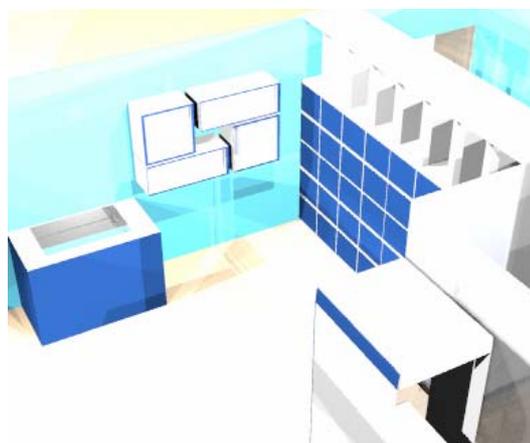
La distribución de las diferentes zonas para el laboratorio se muestra en la figura 38.

**Figura 38:** distribución del laboratorio vista aérea alternativa tres



- Área de Cuarentena: El ingreso de las muestras para cuarentena se realizan por el personal de producción, no tendrán acceso al área de laboratorio, ingresan por una puerta auxiliar. Para revisión y análisis de las muestras, el personal del laboratorio tiene acceso desde el área principal, sin divisores de espacios. Dentro de los elementos se diseña un armario para almacenamiento fijo, dividido en dos secciones. Un área inferior para almacenamiento de aguas destiladas u otros elementos, y en la sección central dividida en ocho áreas verticales para almacenamiento de las muestras (ver figura 39). En la cara del armario dispuesta ante el personal que ingrese las muestras tiene tapada la sección de biblioteca y no tendrá puertas ante sí para facilitar el ingreso de los cestillos a cada sección. En la cara dispuesta ante el laboratorio habrán doce puertas y la sección abierta es la de la biblioteca. La orientación del área es horizontal lo opuesto a la alternativa anterior quedando directamente al lado del área de siembra sin pasillo de por medio.

**Figura 39:** Área de cuarentena, unidad de de lavado y biblioteca



- Área Análisis Microbiológico de Siembra y Recuento: Distribuidas de la misma manera que en la alternativa dos
- Área de Análisis Físico-Químico: Es el área más amplia y abierta consta por un mesón, con el mismo sistema de cajoneras y estantes que en el área de análisis microbiológico, dentro del área se encuentran el sistema de almacenamiento en cava y un área con estantería para material de emergencias, como manta anti fuego, aserrín, primeros auxilios y el extintor. Se encuentra también el acceso al armario de cuarentena. Tiene acceso directo a la puerta de salida del laboratorio y a las puertas de las áreas de análisis microbiológico. y el área de lavado no se encuentra en el mesón de de trabajo, para esta área se diseña un modulo aparte que permita que la tarea de lavado realizada por el personal de oficios varios no entorpezca en correcto desarrollo de las actividades en el área de análisis físico químico (ver figura 40).

**Figura 40:** mobiliario del área de análisis físico químico



Las propuestas de mobiliario y distribución cumplen con los requerimientos establecidos, por ello se establecen los siguientes criterios para la evaluación y selección de las alternativas (ver anexo 7)

- Accesibilidad: Definida por la facilidad de acceso por el personal del laboratorio a las diferentes zonas de trabajo y a los diferentes mobiliarios.
- Facilidad de rutas de evacuación: Definida por la optimización de la evacuación del personal, teniendo en cuenta las variables de número y ancho de pasillos, ubicación de mobiliario o elementos que puedan dificultar el recorrido de escape, sistema de las puertas, entre otros.
- Operatividad simultánea: La distribución debe permitir el trabajo de mínimo cuatro personas sin que se entorpezca el desarrollo de las mismas entre ellas.
- Percepción del espacio: para mejorar las condiciones los operarios deben percibir amplitud del espacio de trabajo así como la visibilidad de las diferentes zonas y mobiliario correctamente señalizado.

### 7.3. PROPUESTA FINAL

La alternativa tres permite una mejor percepción de espacio y facilita la elaboración de las diferentes tareas que en algunos momentos se realizan de manera simultánea por diferentes operarios. Se realiza una evolución en el diseño del mobiliario y el manejo del color. Se busca que resalte la señalización tanto en los productos, equipos, instrumental y zonas del laboratorio.

#### 7.3.1. Distribución

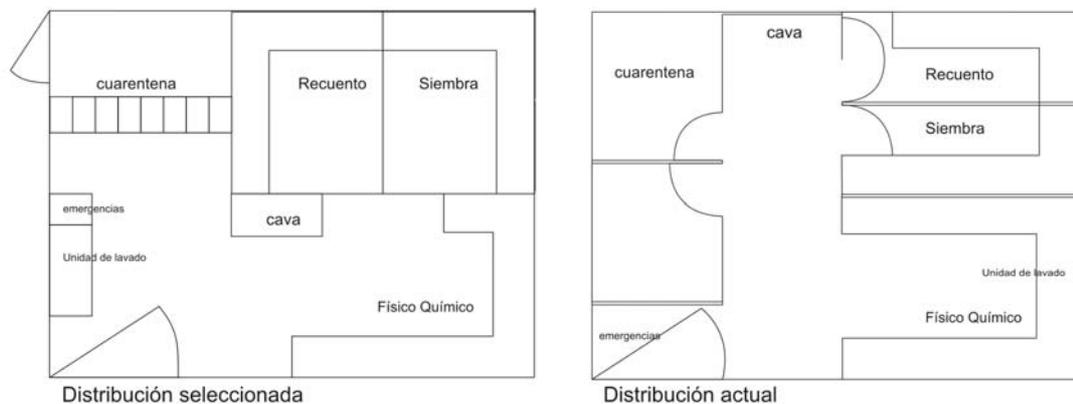
El área del laboratorio tiene cinco zonas de trabajo, dos de ellas aisladas por paneles de vidrio templado, cuyo acceso se resuelve con puertas deslizables, separando las áreas de análisis microbiológico del resto del laboratorio. Estas zonas tienen iguales dimensiones y mobiliario, incluyendo las cuatro repisas de almacenamiento de productos químicos, cuatro cajones deslizables de un solo nivel y la mesa de trabajo en forma de L.

La zona de cuarentena está dividida en dos secciones, la sección posterior es usada únicamente por el personal de producción y una segunda sección con acceso abierto dentro del laboratorio en donde se dispone en el armario de cuarentena espacio para la biblioteca.

La zona de análisis físico químico, es la sección de trabajo más amplia y se compone por una mesa de trabajo en forma de J, las repisas para almacenamiento de productos químicos según su tipo y repisas para ubicar otros elementos como el horno microondas, cronómetros, etc.

La unidad de lavado se encuentra en una zona adjunta a cuarentena aislada del mesón de análisis físico químico permitiendo un trabajo sin interrupciones por el personal de laboratorio y oficios varios, en esta zona se encuentra la unidad de emergencias con repisas con material para controlar cualquier tipo de emergencias y se encuentra posicionado el extintor del área. También se encuentra en un módulo móvil las basuras según su tipo, reciclable, peligrosas y orgánicas.

**Figura 41:** Comparativa de distribuciones del laboratorio, actual y seleccionada



La nueva distribución (ver figura 41) ofrece seis zonas independientes de trabajo que permiten el desarrollo de tareas de hasta siete personas de manera

simultánea, sin entorpecer el trabajo entre ellos. Un solo pasillo amplio en forma de L que optimiza sobre la distribución anterior la accesibilidad, percepción del espacio, circulación y rutas de evacuación. En la propuesta se habilita una segunda puerta de acceso para uso del personal de producción que requiera llevar las unidades de cuarentena, evitando así la necesidad del ingreso de personal no autorizado al área de laboratorio. La unidad de lavado se separa como un módulo independiente del meson de análisis físico químico, evitando que la ejecución de las tareas en estas dos zonas se entorpezcan entre si. En la distribución propuesta se incluye señalización de armarios, cajones, áreas según sea su función.

### 7.3.2. Mobiliario

Se realiza la propuesta formal y dimensional de mesas de trabajo, repisas para almacenamiento de sustancias químicas, armarios para almacenamiento de muestras, tablero para registro de notas, unidad de lavado, los divisores de espacios, las sillas a utilizar son estándar para uso de laboratorio, sin espaldar, ruedas en las patas para facilitar su desplazamiento y con altura variable.

- **Mesas de Trabajo:** Estructura formada por patas dos diseños de forma la una en forma de c y la otra en doble c, construidas en tubería o perfil de acero laminado en frío de 40x40 mm. de sección que proporcionan gran resistencia mecánica (ver figura 42). Estas patas están unidas entre sí en la parte posterior por soldaduras y para el ensamble con la tapa de la mesa se utiliza una hembra en acero que se atornilla a la mesa y recubierto por resina.

Módulos en forma de L o U de 7 cm de grosor del panel. Con cajoneras a un solo nivel deslizables de 17 cm de altura \* 50 cm de ancho y 50 cm de profundo, ubicados bajo el panel de trabajo. Altura de 90 cm

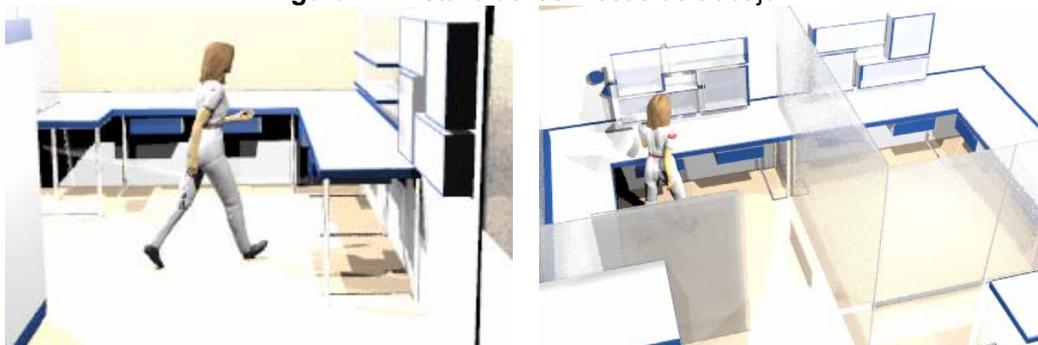
Recubrimiento en pintura de resinas epoxi, color blanco y azul

Panel Posterior: con galería de servicios de fuentes eléctricas, tuberías para extracción y dispensadoras.

Grupo de repisas construida en perfil de acero protegida mediante pintura epoxi.

**Repisas** formadas por un bastidor metálico pintado en resina epoxi y paneles en MDF usados como divisores internos. Estas repisas se agrupan con cuatro módulos dos de iguales dimensiones.

**Figura 42:** Detalle de las mesas de trabajo



- Unidad de lavado: un sistema compuesto por un mesón anclado a la pared de 30 cm de altura 75 cm de profundo y 120 cm de ancho (ver figura 43). Bajo el mesón dos módulos móviles de almacenamiento de productos de aseo y espacio para ubicar el material seco para transportarlo de forma segura a cualquier zona dentro del laboratorio; con dos ruedas locas y dos ruedas con eje fijo las cuales se ubican en la parte posterior, el agarre en tubería de acero con recubrimiento en poliuretano la estructura similar a las mesas de trabajo construido en tablero melamínico de alta densidad de 19 mm. de espesor, con cantos en PVC rígido de 2 mm. de espesor, fondo en resina y fregaderos en acero inoxidable.
- Almacenamiento de productos para atención de emergencias: se encuentra entre el área de lavado y el armario de cuarentena, con dos repisas una de ellas es el botiquín y la otra contiene las mantas anti fuego. Allí se encuentra el extintor y su señalización.
- Almacenamiento insumos para la limpieza: en un módulo móvil independiente ubicado bajo la unidad de lavado.

**Figura 43:** Detalle de la unidad de lavado, y unidad de emergencias.



- Almacenamiento de Productos Refrigerados, se diseña una cava con compuertas independientes según los elementos a guardar teniendo así tres secciones, para reactivos, muestras y elementos generales. En acero inoxidable y recubrimiento interno de ABS.
- Almacenamiento de Insumos Químicos: Según su grado de peligrosidad en repisas; agrupados en cada módulo por tóxicos, inflamables, ácidos y neutros. La compuerta invisible rotatoria en vidrio esmerilado. Para los módulos de tóxicos se incluye una turbina trasera con tubería en PVC, para extracción de gases. La profundidad de las repisas es 15 cm definidos por la norma UNE-EN 13150:2001

- Biblioteca: se utiliza la sección superior de los armarios de cuarentena con una altura de 60 dividida en ocho secciones longitudinales (ver figura 44).
- Armarios Productos de Cuarentena: armario para almacenamiento fijo, anclado al piso y pared izquierda, dividido en dos secciones (ver Figura 44: **Imagen de armario de cuarentena, biblioteca, cava, tablero, unidad de lavado y zona de recuento.**). Un área inferior para almacenamiento de aguas destiladas u otros elementos donde se abarcan cuatro módulos, un área superior cumpliendo la función de biblioteca y una sección central dividida en ocho áreas verticales para almacenamiento de las muestras. En la cara del armario dispuesta ante el personal que ingrese las muestras tiene tapada la sección de biblioteca y no tendrá puertas ante sí para facilitar el ingreso de los cestillos a cada sección. En la cara dispuesta ante el laboratorio habrán puertas por cada módulo y cada una con etiquetas deslizables con expo grafos registrando el lote y fecha de vencimiento y la sección abierta es la de la biblioteca, el armario tendrá cuatro módulos diferenciados por color para identificar las columnas de almacenamiento de agua PET, agua bolsa, Tampico PET y Tampico bolsa. E

**Figura 44:** Imagen de armario de cuarentena, biblioteca, cava, tablero, unidad de lavado y zona de recuento.



- Almacenamiento de instrumental: cajonería deslizable bajo las mesas de trabajo, de 17 cm de alto por 70 de profundo y 50 cm de ancho, en lamina de MDF recubierta en pintura epoxi y rieles metálicos con recubrimiento en pintura electrostática.
- Taburetes: silletería disponible en el mercado, sin espaldar, y altura variable, graduada por tornillo sin fin, accionamiento por rotación del asiento. La Selección de este tipo de silla se fundamenta en el trabajo

mixto que desarrolla el personal de laboratorio, realizando tareas en posición sedente, de pie y con desplazamientos continuos.

- Sistema eléctrico: ubicado en la parte posterior de las mesas, en un canal de 17 cm de altura, contando la altura del perfil de la superficie de la mesa que es de 7 cm. y ancho de 5 cm.
- Sistema de Extracción de Gases: instalación en los módulos de almacenamiento de insumos químicos tóxicos, con conexiones en tubería PVC y turbina hacia los canales de extracción.
- Tablero: Se incluye un tablero en lamina melamínica para anotaciones extras con marcadores.

### 7.3.3. Señalización

Las etiquetas usadas para la identificación de productos y para las diferentes zonas del laboratorio continúa la actualmente implementada, debido a la estandarización de la misma por el SGC en las plantas de producción de la empresa, y se diseña la señalización para los diferentes mobiliarios según su función dentro del laboratorio. Se utilizan la iconografía establecida debido a que está implementada en todas las plantas de producción de la empresa. Se adicionan algunas señalizaciones de obligación y prevención exigida por las normativas vigentes en el Artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y la norma UNE-1115-85. Ver anexo 6

Unidad de lavado: señalización de obligación de uso de guantes  
Señalización de zonas de análisis microbiológico con área de recuento y área de siembra, área de análisis físico químico (ver figura 45).  
Señalización en el mobiliario según grado de peligrosidad.  
Armario de cuarentena: cada dos columnas almacenan un producto diferente, señalizado en la parte superior con los títulos: Aguas bolsa, aguas PET, Tampico bolsa, Tampico PET. Y cada módulo tiene una tarjeta para escribir con marcador borrable el lote y fecha de vencimiento y fecha de producción.  
Etiquetas de productos, según el estándar del SGC

**Figura 45:** Ejemplo señalización de zonas del laboratorio



## 8. DESARROLLOS ALTERNOS

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron proyectos adicionales y se desempeñaron diversas tareas, dentro de las funciones que se cumplieron dentro de la empresa fue:

- La actualización de las bases de datos del personal de la empresa, los activos y los inactivos, desarrollando el diseño gráfico para las presentaciones de estos documentos, ver anexo 3.
- Se realiza la colaboración del proyecto de grado de la fisioterapeuta Karina Cárdenas Quintero para la especialización de salud ocupacional en la Universidad Manuela Beltrán. En donde realizaban el panorama de riesgos musculo esqueléticos de la planta de producción en la empresa Pasterizadora de leches LECHESAN S.A.
- Se manejaba el registro de los accidentes y las incapacidades laborales en la empresa desde el 2006. Pudiendo realizar un análisis de los accidentes incidentes laborales, que guiarán o resaltarán alguna situación crítica.
- Se diseñó el mobiliario para la recepción, por solicitud del contralor de la empresa. Para su desarrollo se tuvieron en cuenta los resultados del método LEST y las necesidades específicas mencionadas por la empleada encargada del área de atención al cliente. Ver anexo 4.
- Se realizó asesoría para el mantenimiento programado del comedor, en donde se orienta sobre la forma de corregir los errores de planeación y ejecución cometidos por el Jefe de Planta.
- Se estructura y se definen los parámetros y requerimientos, se realiza el aporte de ideas preliminares al diseño y construcción de la unidad móvil de ácido nítrico y soda cáustica. Se llega hasta la evaluación de un modelo de mecanismo del sistema de bombeo móvil. Ver anexo 5.

## 9. CONCLUSIONES

- Mediante las observaciones abiertas y la aplicación del método de valoración ergonómica LEST se pudo identificar las áreas críticas de la empresa y los diferentes aspectos en los que se requería un análisis más profundo y específico, teniendo que: en envasado de agua bolsa presentaba problemas de entorno del área de trabajo (ambiente térmico, lumínico y auditivo) y postural; en cava problemas de levantamiento de cargas, posturas y entorno; en laboratorio organización, normatividad y posturas; en lavado de cestillos problema postural y ambiente térmico, en leche bolsa postural, ambiente térmico y lumínico; en pasteurizado problemas posturales y de las interfaces de los equipos manejados por el operario; en plato posturas y falta de control de la cadena de producción, en recepción de leche en timbos y cantinas, problemas de cargas estáticas y dinámicas, postural, diseño del área de trabajo, herramientas, y diseño de la tarea; en soplado de preformas postural, accesibilidad, ambiente térmico y de interfaz; en Tampico en el diseño y organización de las tareas, problemas posturales y de ambiente lumínico. En todas las áreas se presentaron problemas de tiempos de trabajo, y número de pausas laborales.
- Mediante las observaciones directas en los puestos de trabajo seleccionados, aplicando métodos de valoración ergonómica específicos para profundizar en los aspectos identificados se logró realizar un diagnóstico por sector en donde se identificó por el estudio de la actividad crítica, las causas y sus consecuencias. Dentro de estos resultados se afirman o se descartan los aspectos críticos que arrojó la observación abierta. Dentro de las causas el diseño de puestos de trabajo que implica intervención directa en la infraestructura, mobiliario y herramientas, todas las áreas analizadas en la segunda fase requerían reestructuración en este aspecto. Las consecuencias en laboratorio apuntan a accidentes laborales por reacciones químicas en el ambiente pudiéndose generar incendios, intoxicaciones o envenenamientos por inhalación de vapores, problemas musculoesqueléticos a causa de permanecer la mayor parte del tiempo en posturas penosas y retardos en el desarrollo de las tareas. En las demás áreas se concentran en problemas a nivel musculoesquelético, hernias, dislocaciones, fracturas debido a cargas estáticas y dinámicas o posturas penosas. En áreas como envasado PET, agua bolsa, cava y leche bolsa tienen consecuencias graves a nivel visual por deslumbramientos y sobreesfuerzos por bajo nivel de iluminación. En todas las áreas la correcta organización de las tareas en cada sector y como se interrelacionan se podrían disminuir errores, acelerar la cadena de producción y disminuir los esfuerzos y la fatiga.

- Se diseñaron tres alternativas para mejoramiento del sector elegido para su reestructuración el cual fue el laboratorio en donde la propuesta de mejora presentaba nueva distribución del área de trabajo, nuevos sistemas de almacenamientos y mobiliario, así como la implementación de sistemas de seguridad como los extractores y material para acción rápida en caso de emergencias, reorganización de los sistemas de almacenamiento y el uso de materiales adecuados para el trabajo del sector.
- Los aspectos de selección usados fueron el cumplimiento de los requerimientos de diseño establecidos, la percepción del espacio, facilidad de entendimiento de las zonas, efectividad de las divisiones de área que evitaran el ingreso de personal ajeno al laboratorio, facilidad de las rutas de escape en caso de emergencia, cantidad mínima de mobiliario y de zonas demarcadas. Se realizó una renovación y mejoramiento en cuanto a proporciones y contrastes de la señalización, utilizando los mismos íconos establecidos en el SGC de la empresa, debido a que ya está certificada y es un lenguaje actualmente conocido y entendible para todos los trabajadores de la empresa, y un cambio requeriría inversión innecesaria para capacitación del personal, y esperar un umbral alto de errores por el cambio de rutina; por lo tanto no existió una relación costo-beneficio que permitiera el planteamiento de un nuevo sistema de signos.
- Este proyecto llega a la propuesta de intervención ergonómica con un acercamiento al diseño preliminar de la intervención, pero por desgracia la empresa no se encuentra en la capacidad de desarrollarlo, tanto por intereses de sus directivos, así como pérdida de la relación con la misma en la fase media del desarrollo del proyecto, por lo cual no se realiza un diseño en detalle debido a que no existe la posibilidad de construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

- WARR, Peter, ERGONOMIA APLICADA, México: Trillas, 1993, 374 p
- FERRER F, Minaya G, Niño J, Ruiz M. CONDICIONES Y METODOLOGÍA ERGONÓMICA. Manual de Ergonomía, Fundación MAPFRE, 1994
- MONDELO, Pedro R., ERGONOMIA MEXICO, Alfa omega, Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya, 2005-2007
- FUNDACIÓN POLITÉCNICA DE CATALUYA. Ergonomía aplicada, definición, alcance y aplicación.
- MARADEI, María Fernanda. CONOCIMIENTO DEL ENTORNO ASPECTO AMBIENTAL, Universidad Industrial de Santander, Escuela de diseño Industrial
- OBORNE, David J. ERGONOMIA EN ACCION: LA ADAPTACION DEL MEDIO DE TRABAJO AL HOMBRE, MEXICO: TRILLAS, 2004
- ESTRADA MUÑOZ, Jairo; ERGONOMIA: INTRODUCCION AL ANALISIS DEL TRABAJO, Medellín, Universidad de Antioquia, 1993.
- WONG, Wicius. PRINCIPIOS DEL DISEÑO EN COLOR, Barcelona, Gustavo Gili, 1990
- LECHESAN S.A., Base de datos
- RODRIGUEZ, Jouvencel. ERGONOMIA BASICA: APLICADA A LA MEDICINA DEL TRABAJO, Madrid, Ediciones Díaz de Santos, 1994
- GUARDINO SOLÁ, Xavier, PREVENCIÓN DEL RIESGO EN EL LABORATORIO QUÍMICO: REACTIVIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS
- Alfredo Álvarez Valdivia, PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN TECNOLOGÍAS
- PASCUAL LÓPEZ, Arcadio Agustín *et al.*; ESTUDIO DE RIESGOS EN LABORATORIO QUIMICO
- VALERO HERNÁNDEZ, Roberto; BOLTA ESCOLANO, Adelina. Análisis de los riesgos relativos a los sobreesfuerzos debidos a la manipulación de cargas y aplicación de la guía técnica más reciente para la prevención de los mismos. UPV. Dto. de Proyectos de Ingeniería ETSII.
- MELO CAVIELES, Mayra Alejandra; ESPINEL CORREAL, Francisco. Análisis de las Condiciones Laborales de la empresa calzado Klasse por medio de un método de valoración ergonómica para el diseño de una propuesta de

mejoramiento. Bucaramanga, 2006, 372 p. Trabajo de grado (Diseñador Industrial). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial.

CABRERA ANAYA, Denis Senith; ESPINEL CORREAL, Francisco. Diagnóstico y Propuesta para el mejoramiento de los factores ergonómicos en el multitaller de Física. Bucaramanga, 2001, 150 p. Trabajo de grado (Diseñador Industrial). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial.

## E-Grafía

<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>

<http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

<http://www.lawebdelprogramador.com/diccionario/buscar.php?cadena=scada&x=0&y=0>

<http://www.pdf-search-engine.com/definicion-de-sistemas-scada-pdf.html>

<http://www.ergoweb.com/resources/reference/guidelines/>

<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/>

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=federal\\_register&p\\_id=16305](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=federal_register&p_id=16305)

<http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/pdfs/7300-sp.pdf>

[www.mexichem.com/web\\_mexichem/docs/hs\\_acido\\_clorhidrico.pdf](http://www.mexichem.com/web_mexichem/docs/hs_acido_clorhidrico.pdf)

[www.mexichem.com/web\\_mexichem/docs/hs\\_sosa\\_caustica.pdf](http://www.mexichem.com/web_mexichem/docs/hs_sosa_caustica.pdf)

[www.solvaychemicals.com](http://www.solvaychemicals.com)

[biology.uprm.edu/files/almacenamiento\\_sustancias\\_quimicas.pdf](http://biology.uprm.edu/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf)

<http://www.estrucplan.com.ar>

<http://www.ergonomia.cl>

<http://marcofire.blogspot.com/feeds/posts/default>

[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Laboral/rd39-1997.html#a5](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/rd39-1997.html#a5)

## ANEXOS

### Anexo 1: Dimensiones, variables y datos considerados en la implementación del método LEST

VARIABLE	DATOS
CARGA ESTÁTICA	Las posturas más frecuentemente adoptadas por el trabajador así como su duración en minutos por hora de trabajo
CARGA DINÁMICA	El peso en Kg. de la carga que provoca el esfuerzo.
	Si el esfuerzo realizado en el puesto de trabajo es Continuo o breve pero repetido
	Si es continuo se indicará la duración total en minutos por hora.
	Si los esfuerzos son breves pero repetidos se indicará las veces por hora que se realiza el esfuerzo
	Respecto al esfuerzo de aprovisionamiento
	La distancia recorrida con el peso en metros, la frecuencia por hora del transporte y el peso transportado en Kg.
AMBIENTE TÉRMICO	Velocidad del aire en el puesto de trabajo
	Temperatura del aire seca y húmeda
	Duración de la exposición diaria a estas condiciones
	Veces que el trabajador sufre variaciones de temperatura en la jornada
RUIDO	El nivel de atención requerido por la tarea
	El número de ruidos impulsivos a los que está sometido el trabajador
AMBIENTE LUMINOSO	El nivel de iluminación en el puesto de trabajo
	El nivel (medio) de iluminación general del taller
	El nivel de contraste en el puesto de trabajo
	El nivel de percepción requerido en la tarea
	Si se trabaja con luz artificial
	Si existen deslumbramientos
VIBRACION	La duración diaria de exposición a las vibraciones
	El carácter de las vibraciones
PRESIÓN DE TIEMPOS	Tiempo en alcanzar el ritmo normal de trabajo
ATENCIÓN	Modo de remuneración del trabajador
	Si el trabajador puede realizar pausas
	Si el trabajo es en cadena
	Si deben recuperarse los retrasos
	Si en caso de incidente puede el trabajador parar la máquina o la cadena
	Si el trabajador tiene posibilidad de ausentarse momentáneamente de su puesto de trabajo fuera de las pausas previstas
	Si tiene necesidad de hacerse reemplazar por otro trabajador
	Las consecuencias de las ausencias del trabajador

	El nivel de atención requerido por la tarea
COMPLEJIDAD	El tiempo que debe mantenerse el nivel de atención referido
	La importancia de los riesgos que puede acarrear la falta de atención
	La frecuencia con que el trabajador sufre dichos riesgos
	La posibilidad técnica de hablar en el puesto
	El tiempo que puede el trabajador apartar la vista del trabajo por cada hora dado el nivel de atención
	El número de máquinas a las que debe atender el trabajador
	El número medio de señales por máquina y hora es
	Intervenciones diferentes que el trabajador debe realizar
	Duración total del conjunto de las intervenciones por hora
	Duración media de cada operación repetida
	Duración media de cada ciclo
INICIATIVA	Si el trabajador puede modificar el orden de las operaciones que realiza
COMUNICACIÓN CON LOS DEMÁS TRABAJADORES	Si el trabajador puede controlar el ritmo de las operaciones que realiza
	Si puede adelantarse
	Si el trabajador controla las piezas que realiza
	Si el trabajador realiza retoques eventuales
	La norma de calidad del producto fabricado
	Si existe influencia positiva del trabajador en la calidad del producto
	La posibilidad de cometer errores
	En caso de producirse un incidente quién debe intervenir
	Quién realiza la regulación de la máquina
	El número de personas visibles por el trabajador en un radio de 6 metros
RELACIÓN CON EL MANDO	Si el trabajador puede ausentarse de su trabajo
	Qué estipula el reglamento sobre el derecho a hablar
	La posibilidad técnica de hablar en el puesto
	La necesidad de hablar en el puesto
	Si existe expresión obrera organizada
	La frecuencia de las consignas recibidas del mando en la jornada
STATUS SOCIAL	La amplitud de encuadramiento en primera línea
	La intensidad del control jerárquico
	La dependencia de puestos de categoría superior no jerárquica
	La duración del aprendizaje del trabajador para el puesto
	La formación general del trabajador requerida
TIEMPO DE TRABAJO	Duración semanal en horas del tiempo de trabajo
	Tipo de horario del trabajador
	Norma respecto a horas extraordinarias
	Si son tolerados los retrasos horarios
	Si el trabajador puede fijar las pausas
	Si puede fijar el final de su jornada
	Los tiempos de descanso

## Anexo 2: Instrumentos y sustancias del laboratorio de LECHESAN S.

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Instrumentos	Reactivos
Dosificador tipo Neurex	Alcohol etílico neut d 68%
Refractómetro	Agua destilada
Cucharitas de plástico	Refrigerante
Termolactodensímetro	Estándar
Probeta de vidrio sin pico	Solución Fenolftaleína 1% en alcohol etílico de 96°
Termómetro	Na OH 0,1 N
Crioscopio	Acido sulfúrico
Tubos de ensayo de vidrio refractario	Alcohol isoamílico grado reactivo analítico
Bureta de 10 o 25 ml	Azul de metileno
Vasos plásticos blancos de 200 ml	Yodo
Butirómetro de Gerber	2 g yoduro de potasio
Tapón de butirómetro	Solución acuosa de nitrato de plata de concentración 1,3415 g/litro
Punzón o Aplicador	Solución acuosa de cromato de potasio al 10% m/v
Gradilla	Solución acuosa de cloruro férrico al 1% recién preparado
Pipeta aforada de 11 ml	Solución diluida de fomaldeído
Dosificador para ácido sulfúrico 10 ml	Yoduro de potasio
Dosificador para alcohol isoamílico de 1 ml	Acido clorhídrico diluido
Centrífuga para butirómetro Gerber	Solución de almidón
Baño de maría	Solución de pentóxido de vanadio 1% en ácido sulfúrico diluido
Pipetas de 2, 5, 9, 10 y 25 ml.	Solución alcohólica de alizarina
Tubos tapa rosca	Solución acuosa de oxalato de potasio al 30% m/v
Tapones para tubo	Solución fenolftaleína 2% en alcohol tílico de 95° G.L.
Frascos de vidrio ámbar	Fosfatasa alcalina ALP - AMP
Reloj	Solucion de Guayacol
Nevera	Solución acuosa de Fenol
Mechero	Agua oxigenada estabilizada de 30%
Recipiente con agua hielo	Solución NaOH 0,1 N
frascos gotero	Indicador naranja de medio
Tubos de ensayo de vidrio 16 X 150 mm	Reactivo alcalinidad total
Potenciómetro eléctrico marca HANNA	Fenolftaleína
Papel higiénico suave	Acido sulfúrico 0,12 N
Erlenmeyer de 100 ml	Solución Buffer dureza R0619
Varillas analíticas para la detrmnación semicuantitativa de peróxidos	Solución indicador de dureza R0620
Aerómetro graduado	Reactivo indicador de dureza 0638
Probeta graduada de 250 ml.	Solución indicadora de Cromato de potasio 0630
Kit de Taylor	Solución Nitrato de plata 0706
Test de hieo AQUAMERCK	Fenolftaleína 0638
	Acido Sulfúrio 0,12 N, R 0687

Test de HACH para la determinación de Cloro	Reactivo Fe - 1
Luminómetro	Reactivo Fe - 2
Escobillones	Reactivo Fe - 3
	Reactivo DPD para cloro libre X 5 ml

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

### ÁREA DE SIEMBRA

Instrumentos	Reactivos
KIT COWSIDE	Agua Peptonada esteril
Pipeta de 100 microlitros	Agua Destilada
Mechero	
Balanza analítica	
Espátula	
Estufa	
Autoclave	
Tubos tapa rosca	
Fiolas	

### ÁREA DE INCUBACIÓN Y RECuento

Cámaras termostáticas	Agua peptonada
Incubadora	Laminas PETRIFILM
Medios de Cultivo	Agar SPS
Puntas estériles	Agar YGC
Campana de anaerobiosis	Agar Plate Count
Cajas de petri estériles	Agar Chromocult
Pipetas estériles	Caldo triptofano indol
Anaerocult	Reactivo kovacks
Anaerotest	Agar EMB
Tubos tapa rosca de 150 X 15 mm estériles	Agar citramide
Contador de colonias	Caldo cerebro corazon
	Agar Glucosa peptona de caseina
	Agar VRB
	Caldo verde brillante
	Agua triptona
	Dev caldo triptona
	Reactivo Indol
	Tinción de esporas
	Reactivo para coloración Gram
	Gel de sílice
	polvo de hierro
	acid citrico
	carbonto sodico

### OTROS

Algodón	Papel aluminio
Papel Kraft	

**PREPARACION DE REACTIVOS  
LISTADO DE REATIVOS**

Acetona	hidróxido de sodio en lentejas
acido aftalato de potasio	hidróxido de sodio al 0,1 N
acido clorhidrico	Indicador de fenoltaleína
acido sulfurico	indicador rojo de metilo
alcohol etilico absoluto	yodo bisublimato
alcohol isoamilico	ioduro de potasio granular
alcohol isopropilico	naranja de citronova
alizarina	negro de ericromo T
almidon soluble	nitrate de plata
amoniaco en solucion	O-tolidina
buffer pH 4	Oxalato de Potasio
Buffer pH 7	Oxalato dipotásico monohidratado
Buffer pH 3,06	Oxdo de Vanadio
Buffer pH 9,27	Peróxido
Carbonato de sodio anhidro	Potencial redox
carbonato de sodio hidrogenado	2- propanol
cloruro de hierro (II) tetahidratado	Reactivo de la deeción de la mastitis
Cloruro de potasio	Reactivo de cloro y pH 1
Cloruro de sodio	Reactivo de Cloro y pH 2
Cristal violea	Rojo de fenol
Cromato de potasio	Sacarosa
Fenol en cristales	Silicato de sodio
Formaldehído en solución	Sílice con indicador de humedad
Formol al 40%	Solución estándar 530
Ftaxianoferrato de potasio	Solución estándar de calibración 621
fuccina básica	Sulfocianuro de carbono
hidróxido de potasio en lentejas	Titriplex

**MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS PARA MICROBIOLOGIA**

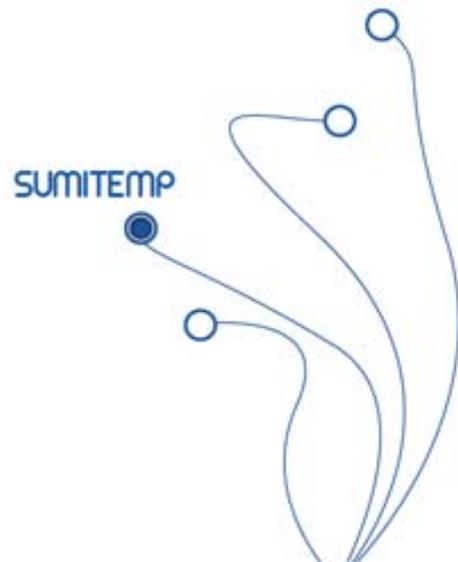
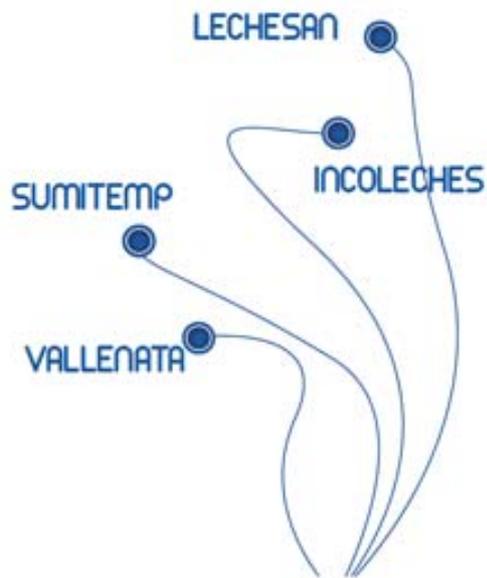
Agua peptona	Emulsion de yea de huevo al 20%
Agar plate count	Caldo lactosado bilis verde brillante al 2%
Agar OGY	Agar eosina azul de metileno según Levine
Agar SPS	EMV
Agar base selectivo para estafilococo según Baird Parker	Agar VRB
BHI caldo de infusión cerebro corazón	Caldo triptófano
Plasma deshidratado de conejo EDTA	Reactio de Kovac's
Solución salina est´ril a 0.85%	Indicador de metil naranja
Telurito de potasio al 3,5 %	safranina
	lactosa

**ELEMENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE REACTIVOS**

Balanza de precisión	Recipiente de vidrio refractario
Erlenmeyer de vidrio de 250 cc.	Hidrómetro de graduación de 1,5 a 2,0
Probeta graduada	Termómetro de 10° C a 110°C
Balón aforado de 1000 ml	Alcoholíetro GL 15°C
Balanza analítica	Frasco ambar 1000 ml
Vaso de precipitado de 100 ml	Balón de base plana 1000 ml

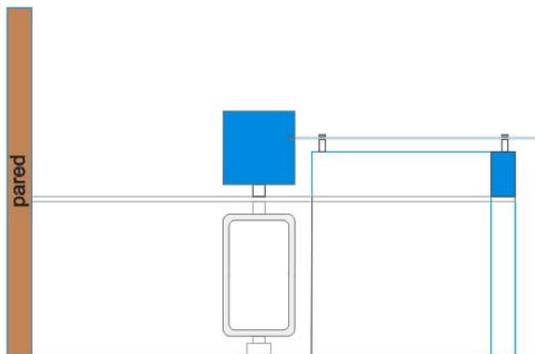
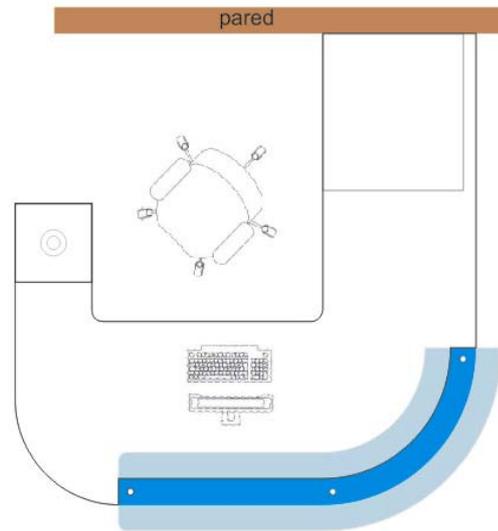
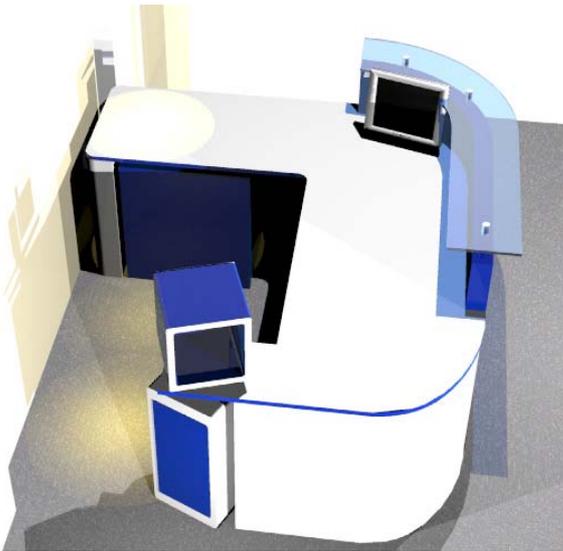
### Anexo 3: Portadas de la base de datos de LECHE SAN S.A.

Se presentan algunas portadas diseñadas para el manejo y archivo de la base de datos del personal activo e inactivo de LECHE SAN S.A.

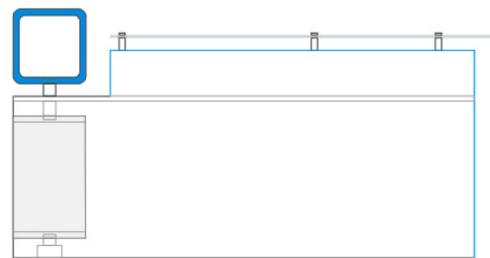


#### Anexo 4: Diseño de mobiliario para la recepción de LECHE SAN S.A.

Se propone una recepción tipo barra, con elementos móviles que faciliten la organización de los implementos de trabajo. Se utilizan mezclas de materiales usando láminas de MDF, tableros de madera para dar estructura al entaborado, pintura poliuretano, tubería en acero inoxidable, vidrio esmerilado y rodamientos.



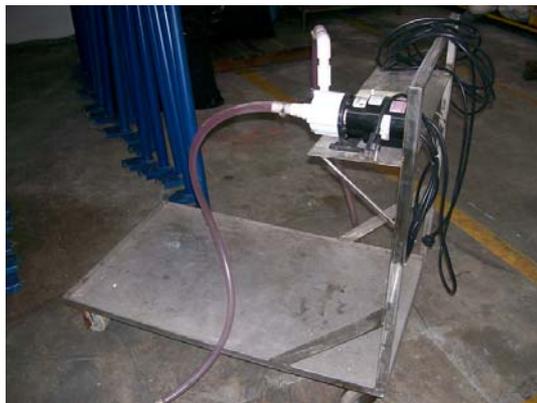
lat izquierdo



frontal

grosor del vidrio: 12mm  
grosor superficie de trabajo 20mm  
grosor modulos giratorios: 2.5mm  
diametros soporte vidrios: 1pul  
diametro eje modulos giratorios 2pulagas y la base 10cm

**Anexo 5: Modelo de el mecanismo de la unidad móvil de bombeo de ácido nítrico y soda cáustica**



**Anexo 6: Imagen compendio de la señalización según Real Decreto 39/1997, de 17 de enero**

# SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

REAL DECRETO 485/1997 DE 14 DE ABRIL (BOE 23 de abril de 1997)

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

### Señales de advertencia

### Señales de equipos de lucha contra incendios

Quando sea apropiado complementar las señales con información escrita, los rótulos deberán ajustar sus colores a los de la señal a la que correspondan:

- letras blancas sobre fondo rojo
- letras negras sobre fondo amarillo
- letras blancas sobre fondo verde
- letras blancas sobre fondo azul

### Señales de prohibición

### Señales de salvamento o socorro

### ACTUACIONES PREVENTIVAS BÁSICAS

- 1 Identificar y evaluar riesgos
- 2 Aplicar medidas preventivas para la eliminación, minimización y control de los riesgos
- 3 Señalar sólo como medida complementaria y nunca como medida sustitutoria,
  - Seleccionando el tipo, tamaño y material de las señales
  - Ubicándolas en lugares visibles
  - Informando a los trabajadores de su significado
  - Manteniéndolas y controlando su aplicación

### Señales de obligación

### Señal complementaria de riesgo permanente

### DIMENSIONES DE UNA SEÑAL PARA DISTANCIAS INFERIORES A 50m

$$S = \frac{L^2}{2000}$$

S = Superficie de la señal en metros cuadrados  
L = Distancia en metros desde la que puede percibirse la señal (UNE 1011-1990)

Este cartel recoge exclusivamente las señales en forma de panel

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales

 EXPLOSIVO 1.4 SS-14	 EXPLOSIVO 1.5 SS-15	 EXPLOSIVO 1.6 SS-16	 INFLAMBLE SS-20	 Materias inflamables	 Materias explosivas	 Materias tóxicas	
 INFLAMBLE 2 SS-21	 NO INFLAMBLE 2 SS-41	 NO INFLAMBLE 3 SS-42	 GAS TÓXICO 2 SS-51	 TÓXICO 6 SS-52	 Materias corrosivas	 Materias radiactivas	 Materias comburentes
 6 SS-61	 INFECTIOSO 6 SS-62	 INFLAMBLE 3 SS-63	 INFLAMBLE 4 SS-64	 Riesgo biológico	 Baja temperatura	 Materias nocivas o irritantes	
 9 SS-101	 10 SS-102	 11 SS-103	 PERICULO OXIDANTE 5.1 SS-104	 Señal complementaria de riesgo permanente			

Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales

## Anexo 7: Evaluación de alternativas QFD

