



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO PARA OPTIMIZAR LOS MÉTODOS Y
TIEMPOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ANODIZADO
DE LA EMPRESA CEDAL”**

ALTAMIRANO SAMPEDRO HOLGER FABRICIO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Riobamba – Ecuador
2018

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-11-28

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ALTAMIRANO SAMPEDRO HOLGER FABRICIO

Titulada:

**“ESTUDIO PARA OPTIMIZAR LOS MÉTODOS Y TIEMPOS DE TRABAJO
EN EL ÁREA DE ANODIZADO DE LA EMPRESA CEDAL”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Elizabeth Miño Cascante
ASESORA DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALTAMIRANO SAMPEDRO HOLGER FABRICIO

TÍTULO DE LA TESIS: “ESTUDIO PARA OPTIMIZAR LOS MÉTODOS Y TIEMPOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ANODIZADO DE LA EMPRESA CEDAL S.A”

Fecha de Examinación: 2012-12-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE LA DEFENSA			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Gloria Elizabeth Miño Cascante ASESORA DE TESIS			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total

RECOMENDACIONES: _____

El presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presenté, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Holger Fabricio Altamirano Sampedro

Cedula de Identidad: 060402647-6

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Holger Fabricio Altamirano Sampedro, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Holger Fabricio Altamirano Sampedro

Cédula de Identidad: 060402647-6

DEDICATORIA

A DIOS por haberme permitido culminar mis estudios y ser fuente de conocimiento y regocijo.

A mis queridos padres:

Alcivar Altamirano e Isabel Sampedro, por el esfuerzo, la confianza y la dedicación que me han dado a lo largo de mi vida.

A mi amada esposa Mary López quien me apoyo en todo para culminar la etapa final de lo anhelado.

A mis hermanos:

Annabella y Elvis, quienes confiaron en mí, y me brindaron todo su apoyo durante la carrera y cumplir esta tan anhelada meta.

A mis queridos abuelitos, mis tíos, mis tías, mis primos, que con sus consejos y apoyo aportaron para que esta meta se cumpla.

A mis amigos:

David, Mauricio, Marianela, Fabricio, Ronald y Diego, con quienes compartí tantos gratos e inolvidables momentos.

Fabricio Altamirano Sampedro

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos terminar este proyecto de tesis, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarnos los conocimientos en las aulas y así obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad. Al Ing. Martin Burbano, gerente de planta de Cedal S.A por su invaluable apoyo y confianza. Al Ingeniero Marcelino Fuertes como Director e Ingeniera Gloria Miño como Asesor gracias por sus consejos y enseñanzas.

Y en especial para nuestros familiares, amigos, y profesores que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Fabricio Altamirano Sampedro

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN

SUMMARY

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1	Antecedentes	1
1.1.1	<i>Filosofía corporativa</i>	2
1.1.2	<i>Principios Corporativos</i>	2
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.

2.1	Productividad.....	4
2.1.1	<i>Tipos de productividad</i>	4
2.1.2	<i>Factores que influyen en la productividad</i>	5
2.2	Métodos y tiempos.....	5
2.3	Diagrama de procesos	6
2.3.1	<i>Utilización del diagrama de operaciones de proceso</i>	7
2.4	Diagrama de flujo del proceso	8
2.5	Diagrama de Recorrido	8
2.6	Análisis de los procesos de trabajo.....	9
2.7	Aspectos que intervienen en la producción	10
2.8	Métodos y tiempos de trabajo	10
2.8.1	<i>Objeto de la medición del trabajo</i>	11
2.9	Condiciones de trabajo.....	13
2.9.1	<i>Medio ambiente</i>	14
2.9.2	<i>Organización del trabajo</i>	17
2.10	Puestos de Trabajo.....	18
2.11	Optimización de recursos	19

2.12	Distribución de planta	19
2.12.1	<i>Causas básicas de cambios en la distribución en planta</i>	20
2.13	Ergonomía.....	20
2.14	Ergonomía del trabajo	21
2.15	Costos de producción	21
2.16	Definición de costos	21
2.17	Objetivos de la determinación de costos	22

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE ANODIZADO DE LA EMPRESA CEDAL S.A.

3.1	Estructura Administrativa.....	23
3.1.1	<i>Estructura Orgánica</i>	23
3.1.2	<i>Estructura Funcional del Área de Anodizado</i>	23
3.2	Análisis de los procesos	25
3.2.1	<i>Línea de producción de lingotes de aluminio área de fundición</i>	25
3.2.2	<i>Línea de producción de perfiles de aluminio área de extrusión</i>	28
3.2.3	<i>Línea de producción de perfiles de aluminio con acabados superficial área de acabados.</i>	31
3.3	Personal existente en el área de acabados	40
3.3.1	<i>Número y ubicación</i>	41
3.3.2	<i>Ambientes de Trabajo</i>	42
3.3.3	<i>Seguridad industrial.</i>	43
3.4	Análisis del método actual de trabajo	43
3.4.1	<i>Diagrama de flujo de procesos</i>	43
3.4.2	<i>Diagrama de procesos.</i>	44
3.4.3	<i>Diagrama de recorrido.</i>	45
3.4.4	<i>Toma de tiempos del proceso productivo.</i>	46
3.4.5	<i>Determinación del tiempo tipo distribución actual del área de anodizado</i>	47
3.4.6	<i>Hojas observación</i>	48
3.4.7	<i>Condiciones actuales de trabajo.</i>	52
3.4.8	<i>Análisis de las condiciones de trabajo en cada uno de los puestos de trabajo</i>	59
3.4.9	<i>Dimensionamiento de los puestos de trabajo.</i>	62
3.4.10	<i>Análisis de esfuerzos realizados por los operadores del área.</i>	62

3.4.11	<i>Distribución actual del área de acabados de la empresa Cedal S.A.</i>	71
--------	--	----

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ANODIZADO.

4.1	Método propuesto de trabajo.....	72
4.1.1	<i>Diagrama de flujo de operaciones.</i>	74
4.1.2	<i>Diagrama de proceso</i>	75
4.1.3.	<i>Diagrama de recorrido.</i>	76
4.2	Estudio de tiempos propuestos.	77
4.2.1	<i>Hojas de observación.</i>	77
4.2.2	<i>Determinación del tiempo tipo.</i>	79
4.3	Condiciones propuestas de trabajo	79
4.3.1	<i>Análisis ergonómico de los puestos y condiciones de trabajo.</i>	80
4.3.2	<i>Evaluación de esfuerzos y fatiga con el método propuesto de trabajo</i>	81
4.3.3	<i>Distribución ergonómica propuesta de los puestos de trabajo.</i>	84
4.3.4	<i>Dimensionamiento propuesto de los puesto de trabajo del área de anodizado de la empresa Cedal S.A.</i>	86
4.3.5	<i>Distribución propuesta final del área de acabados.</i>	86

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO-PRODUCTIVO COMPARATIVO.

5.1	Análisis de productividad	87
5.2	Análisis de productividad actual.....	87
5.2.1	<i>Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m2.</i>	87
5.2.3	<i>Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m2.</i>	88
5.2.4	<i>Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m2.</i>	88
5.2.5	<i>Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m2.</i>	88
5.2.6	<i>Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m2.</i>	88
5.3	Análisis de productividad con la propuesta sin la implementación de una silla ergonómica	89
5.3.1	<i>Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m2.</i>	89
5.3.2	<i>Perfiles de aluminio acabado 03 para una carga de 100 m2.</i>	89
5.3.3	<i>Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m2.</i>	89

5.3.4	<i>Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m2</i>	89
5.3.5	<i>Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m2</i>	90
5.3.6	<i>Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m2</i>	90
5.4	Análisis de producción con la propuesta con la implementación de una silla ergonómica	90
5.4.1	<i>Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m2</i>	90
5.4.2	<i>Perfiles de aluminio acabado 03 para una carga de 100 m2</i>	90
5.4.3	<i>Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m2</i>	91
5.4.4	<i>Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m2</i>	91
5.4.5	<i>Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m2</i>	91
5.4.6	<i>Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m2</i>	91
5.5	Resultados de los indicadores de productividad	92
5.5.1	<i>Resultados de los indicadores de productividad sin la implementación de la silla ergonómica</i>	92
5.5.2	<i>Resultados de los indicadores de productividad con la implementación de una silla ergonómica</i>	93
5.6	Resultados de los indicadores de productividad con la implementación de una silla ergonómica vs la implementación de una silla ergonómica	94
5.7	Inversiones.....	94
5.7.1	<i>Inversión total</i>	95
5.7.2	<i>Detalles de inversión</i>	96
5.7.3	<i>Recuperación de la inversión</i>	98

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1	Conclusiones	99
6.2	Recomendaciones	100

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tiempos de anodizado por carga	35
Tabla 2. Personal del área de anodizado: Gerente General	41
Tabla 3. Resumen de tiempos y distancias diagrama de flujo de procesos	44
Tabla 4. Resumen de tiempos y distancias diagrama procesos	45
Tabla 5. Hojas de observación.....	48
Tabla 6. Lecturas individuales.....	50
Tabla 7. Años en el puesto de trabajo.....	52
Tabla 8. Planificación de la producción	53
Tabla 9. Materiales disponibles.....	53
Tabla 10. Materia prima	54
Tabla 11. Herramientas e implementos	54
Tabla 12. Relación laboral.....	55
Tabla 13. Iluminación en el puesto.....	55
Tabla 14. Ruido en el puesto de trabajo	56
Tabla 15. Acondicionamiento cromático.....	57
Tabla 16. Comodidad en su puesto de trabajo.....	57
Tabla 17. Esfuerzo en el trabajo	58
Tabla 18. Seguridad industrial.....	58
Tabla 19. Lesiones, síntomas, causas típicas.....	60
Tabla 20. Intensidad del esfuerzo	64
Tabla 21. % de duración del esfuerzo.....	65
Tabla 22. Esfuerzos por minuto.....	65
Tabla 23. Postura mano-muñeca	66
Tabla 24. Velocidad de trabajo.....	66
Tabla 25. Duración de la tarea por día.....	67
Tabla 26. Duración de la tarea por día.....	67
Tabla 27. Datos del puesto de trabajo.....	68
Tabla 28. Datos del de evaluación.....	68
Tabla 29. Datos del trabajador.....	68
Tabla 30. Intensidad de esfuerzo.....	69

Tabla 31. Velocidad de trabajo	69
Tabla 32. Postura mano muñeca	69
Tabla 33. Duración de la tarea por día.....	69
Tabla 34. Tiempo de observación.....	69
Tabla 35. Duración	70
Tabla 36. Numero de esfuerzos	70
Tabla 37. Valores de factores de la ecuación	71
Tabla 38. Tiempos y esfuerzos	71
Tabla 39. Resumen de tiempos y distancias diagrama de flujo de procesos propuesto	74
Tabla 40. Resumen de tiempos y distancias diagrama de procesos propuesto.....	75
Tabla 41. Resumen de tiempos y distancias diagrama de procesos propuesto.....	76
Tabla 42. Hojas de observación.....	77
Tabla 43. Suplementos	79
Tabla 44. Datos de estudio	81
Tabla 45. Datos de evaluación.....	81
Tabla 46. Datos del trabajador.....	81
Tabla 47. Intensidad de esfuerzo	82
Tabla 48. Velocidad de trabajo	82
Tabla 49. Postura mano muñeca	82
Tabla 50. Duración de tarea por día	82
Tabla 51. Tiempo de observación.....	82
Tabla 52. Duración de esfuerzos	82
Tabla 53. Numero de observaciones.....	83
Tabla 54. Resultado del estudio.....	83
Tabla 55. Porcentaje de duración de esfuerzos.....	84
Tabla 56. Dimensiones del cuerpo humano.....	84
Tabla 57. Indicadores de productividad.....	92
Tabla 58. Indicadores de productividad.....	93
Tabla 59. Indicadores de productividad.....	94
Tabla 60. Inversión	95
Tabla 61. Inversión	95
Tabla 62. Montacargas	96
Tabla 63. Pinzas.....	96
Tabla 64. Pistolas neumáticas.....	96

Tabla 65. Reubicación separadores	97
Tabla 66. Protección personal.....	97
Tabla 67. Capacitación	98
Tabla 68. Silla ergonómica	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Procesos	7
Figura 2. Condiciones de Trabajo	13
Figura 3. Ergonomía.....	20
Figura 4. Estructura funcional del área de anodizado	23
Figura 5. Estructura orgánica de la empresa Cedal S.A.	24
Figura 6. Materia prima proceso de fundición	25
Figura 7. Cuchara para introducir materia prima	25
Figura 8. Horno de fundición	26
Figura 9. Salida de colada de aluminio	26
Figura 10. Lingotes sin homogenizar	27
Figura 11. Proceso de homogenizado de aluminio.....	27
Figura 12. Corte de lingotes	27
Figura 13. Almacenaje de lingotes	28
Figura 14. Almacenamiento de lingotes	28
Figura 15. Prensa de extrusión	29
Figura 16. Calentamiento de lingotes	29
Figura 17. Prensa de extrusión	29
Figura 18. Salida de perfiles de prensa.....	30
Figura 19. Corte de perfiles	30
Figura 20. Almacenamiento de perfiles.....	30
Figura 21. Horno de envejecimiento	31
Figura 22. Transporte perfiles	32
Figura 23. Conformación de cargas	32
Figura 24. Desengrase	32
Figura 25. Tanque de enjuague	33
Figura 26. Decapado ácido	33
Figura 27. Tanque de enjuague	33
Figura 28. Tanque de Soda caustica	34
Figura 29. Tanque de enjuague	34
Figura 30. Tanque de enjuague	34

Figura 31. Tanque de neutralizado	35
Figura 32. Anodizado	36
Figura 33. Tanque de bronceado	36
Figura 34. Tanque de coloración dorado.....	36
Figura 35. Tanque de sellado.....	37
Figura 36. Tanque de enjuague	37
Figura 37. Escurrir cargas.....	38
Figura 38. Inspección de perfiles.....	38
Figura 39. Desmontar cargas	38
Figura 40. Coches con perfiles	39
Figura 41. Horno de envejecimiento	39
Figura 42. Perfiles de aluminio	39
Figura 43. Perfiles de aluminio	40
Figura 44. Años en el puesto de trabajo	52
Figura 45. Planificación de la producción.....	53
Figura 46. Materiales disponibles	53
Figura 47. Materia prima.....	54
Figura 48. Herramientas e implementos.....	54
Figura 49. Relación laboral	55
Figura 50. Iluminación en el puesto de trabajo	55
Figura 51. Ruido en el puesto de trabajo	56
Figura 52. Acondicionamiento cromático	57
Figura 53. Comodidad en su puesto de trabajo.....	57
Figura 54. Esfuerzo en el puesto de trabajo.....	58
Figura 55. Seguridad industrial	58
Figura 56. Enrracador.....	59
Figura 57. Desenrracador	61
Figura 58. Operador de grúa.....	61
Figura 59. Índice JSI	70
Figura 60. Pinzas	72
Figura 61. Pistola neumática	73
Figura 62. Montacargas	73
Figura 63. Silla ergonómica	74
Figura 64. Posición de trabajo	85

Figura 65. Altura de trabajo en posición de pie, dada en cm	85
Figura 66. Altura de trabajo en posición sentada, dada en cm	86
Figura 67. Indicadores de productividad	92
Figura 68. Indicadores de productividad	93

LISTADO DE ABREVIACIONES

- PTF** Productividad Total de los Factores.
- Tp** Tiempo Tipo.
- dB** Decibelios.
- LER** Lesiones por Esfuerzos Repetitivos.
- Kg** Kilogramos.
- Tp** Tiempo tipo.
- JSI** Job StrainIndex - Índices de esfuerzos de trabajo.
- IE** Intensidad del esfuerzo.
- DE** La duración del esfuerzo.
- EM** Los esfuerzos realizados por minuto.
- HWP** La postura mano/muñeca.
- SW** El ritmo de trabajo.
- DD** La duración por día de la tarea.

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Diagrama de flujo de procesos perfiles de aluminio acabado 02, método actual.

Anexo B: Diagrama de flujo de procesos perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12, método actual.

Anexo C: Diagrama de proceso perfiles de aluminio acabado 02, método actual.

Anexo D: Diagrama de procesos perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12, método actual

Anexo E: Diagrama de recorrido perfiles de aluminio acabado 02, 03, 04, 05, 06, 12, método actual.

Anexo F: Dimensionamiento de puestos de trabajo actual.

Anexo G: Distribución actual del área de acabados de la empresa Cedal S.A.

Anexo H: Diagrama de flujo de procesos perfiles de aluminio acabado 02, método propuesto.

Anexo I: Diagrama de flujo de procesos perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12, método propuesto.

Anexo J: Diagrama de procesos perfiles de aluminio acabado 02, método propuesto sin la implementación de la silla ergonómica.

Anexo K: Diagrama de procesos perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12, método propuesto sin la implementación de la silla ergonómica.

Anexo L: Diagrama de procesos perfiles de aluminio acabado 02, método propuesto con la implementación de la silla ergonómica.

Anexo M: Diagrama de procesos perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12, método propuesto con implementación de la silla ergonómica.

Anexo N: Diagrama de recorrido perfiles de aluminio acabado 02, 03, 04, 05, 06, 12, método propuesto.

Anexo O: Dimensionamiento de puestos de trabajo propuesto.

Anexo P: Distribución final del área de acabados de la empresa Cedal S.A.

RESUMEN

Se ha planteado optimizar los métodos y tiempos de trabajo en el proceso de anodizado en la empresa CEDAL S.A de la ciudad de Latacunga, con la finalidad de mejorar los procesos de producción, el uso de los recursos, e incrementar el nivel de productividad de la empresa; para llegar a este objetivo se utilizaron mecanismos como: encuestas, observación directa de los procesos de producción y diálogos con el personal, así se determinó el proceso actual de trabajo que emplea la Empresa en sus líneas de producción. La investigación incluye diagramas de procesos, diagramas de recorridos, y de flujo de procesos los mismos que permiten detectar actividades innecesarias y tiempos muertos durante el proceso de fabricación. Además, se realizó un análisis ergonómico de los puestos de trabajo existentes en el área de anodizado, determinando el puesto de trabajo con mayor incidencia ergonómica, se utilizó una encuesta, sus resultados nos ayudaron a presentar alternativas de solución para mejorar el rendimiento de los trabajadores. Con la propuesta se muestra un mejor rendimiento de materiales, máquinas, y recursos humanos, haciendo el trabajo más fácil y seguro, para el proceso. Se recomienda la información brindada en el estudio, como Planos, Hojas de Proceso, Diagramas de Análisis del Proceso, Diagramas de Recorrido y de Distribución de Planta sea la base en la toma de decisiones y facilite la planificación y programación de la producción. Se finaliza con una investigación técnica económica comparativa, donde se detallan las inversiones a realizar y los costos de la implementación del proyecto. Con la aplicación de estos cambios se pretende un aumento de la productividad en 21%, reducción de riesgos ergonómicos y enfermedades laborales a largo plazo además se recomienda la constante capacitación de personal.

PALABRAS CLAVES: <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <MÉTODOS Y TIEMPOS>, <ERGONOMÍA>, <PRODUCTIVIDAD>, <ESTANDARIZACIÓN>, <LATACUNGA (CANTÓN) >.

SUMMARY

It has been proposed to optimize the methods and times of work in the anodizing process in the company CEDAL S.A of the city of Latacunga, with the purpose of improving the production processes, the use of resources, and increasing the productivity level of the company; to reach this goal, mechanisms were used, such as: surveys, direct observation of production processes and dialogues with the staff, thus determining the current process of work that the Company uses in its production lines and dialogues with the staff, determined the current work process that the company uses in its production lines. The investigation includes diagrams of processes, diagrams of routes, and of flow of processes the same that allow to detect unnecessary activities and downtimes during the manufacturing process. In addition, an ergonomic analysis of existing jobs in the area of anodizing was carried out, determining the job position with the greatest ergonomic incidence, a survey was used, its results helped us to present alternative solutions to improve the performance of workers. The proposal shows a better performance of materials, machines, and human resources, making the job easier and safer for the process. It is recommended that the information provided in the study, such as Plans, Process Sheets, Process Analysis Diagrams, Route and Plant Distribution Diagrams, be the basis for decision making and facilitate production planning and scheduling. It ends with a comparative economic technical research, which details the investments to be made and the costs of implementing the project. With the application of these changes, an increase in productivity of 21%, reduction of ergonomic risks and occupational diseases in the long term is sought, as well as the constant training of personnel.

KEYWORDS: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <METHODS AND TIMES>, <ERGONOMY>, <PRODUCTIVITY>, <STANDARDIZATION>, <LATACUNGA (CANTON)>.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedal S.A, es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974, con el propósito de producir y comercializar perfilería y otros productos extruidos de aluminio para uso arquitectónico y estructural.

Inició sus actividades productivas en el año 1976, y actualmente es el líder en la producción y distribución de perfiles de aluminio en el Ecuador con más de 40 distribuidores exclusivos en todo el país. Desde 1979 mantiene una sólida presencia comercial en Colombia a través de su compañía afiliada VITRAL, que posee centros de distribución en las ciudades de Cali y Bogotá.

En el año 2006, Cedal diversifica sus líneas de producto ofreciendo al mercado productos complementarios a la perfilería de aluminio, tales como vidrio plano, láminas de aluminio y sellantes para carpintería de aluminio.

Adicionalmente en el año 2006, Cedal inicia su proceso de diseño e innovación a través del desarrollo de nuevos productos como es su Línea Evolución, la misma que está conformada por mamparas, puertas batientes y la puerta corrediza Múltiplex.

En el mes de octubre del 2007, Cedal certifica su sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2000, certificación que comprende la estandarización de procedimientos en la producción y comercialización de productos de aluminio.

Cedal es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción. (Cedal S.A, 1994)

1.1.1 *Filosofía corporativa*

Visión

Ser una empresa referente en la producción y comercialización de extrusiones de aluminio, productos y servicios complementarios, con sólida presencia internacional, reconocida por la excelencia de sus colaboradores y la calidad en su servicio.

Misión

Somos una empresa líder en la producción y comercialización de extrusiones de aluminio, que buscamos el crecimiento y desarrollo de nuestros clientes, colaboradores y accionistas, enmarcados en el cumplimiento de las leyes, aportes a la comunidad y cuidado del medio ambiente.

1.1.2 *Principios Corporativos*

- Valorar al ser humano y contribuir a su desarrollo.
- Actuar siempre con integridad.
- Buscar la satisfacción de los clientes.
- Procurar la excelencia en toda actividad.
- Participar proactivamente y agregando valor en el desarrollo de la empresa, la comunidad y el país.
- Tener visión y compromiso de largo plazo

1.2 Justificación

Con el paso del tiempo y acorde al avance de la tecnología, las empresas se ven en la necesidad de variar su sistema productivo, que les permita enfrentar los problemas que se presentan en el proceso de producción, brindando soluciones eficientes y rápidas sin que esto demande un esfuerzo adicional al trabajador. Al contribuir de forma técnica con los procesos productivos, generamos tecnología propia y adecuada a la realidad de un país en vías de desarrollo como es el Ecuador.

Desde hace años atrás hasta la actualidad, muchas empresas del país han desarrollado sus actividades sin estudios previos, provocando el desperdicio de recursos materiales, económicos y de recurso humano; haciendo que la empresa no sea competitiva.

Con este panorama, el gerente de la empresa “Cedal S.A”, solicita se realice un estudio sobre el “Métodos y Tiempos de Trabajo” que serían aplicados en la empresa, a través de: análisis del proceso productivo que en base de ello se propondrán alternativas para mejorar dicho proceso, que permitirá disminuir tiempos de producción y costos, dentro del proceso de Acabados de perfiles de aluminio para trabajos arquitectónicos estructurales de la empresa Cedal S.A.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Realizar el estudio para optimización de los métodos y tiempos de trabajo en el área de anodizado de la empresa Cedal. SA.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Analizar los métodos y tiempos de trabajo actuales.
- Proponer los métodos y tiempos de trabajo mejorados para el proceso de anodizado dentro del área de acabados de la empresa Cedal S.A.
- Comparar y analizar la productividad de la empresa considerando el método actual y el método propuesto.
- Determinar la inversión que se requiere para implementar la propuesta.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

2.1 Productividad.

Según la Oficina Internacional del Trabajo, la productividad suele definirse como la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla, definición que puede aplicarse a distintos niveles de análisis (empresa, sección, economía de un país, etc.). Así también, puede ser reducida para fines operacionales al equilibrio aritmético entre lo que se invierte en recursos y la cantidad de bienes o servicios obtenidos.

La productividad es variable, y esta variación de la productividad está ligada a factores como: la planificación del trabajo, la instalación de nuevos equipos, el nivel de experiencia de los trabajadores, la calidad de la información aportada en planos, pautas, normas.

2.1.1 *Tipos de productividad.*

Aunque el término productividad tiene distintos tipos de conceptos básicamente se consideran dos: como productividad laboral y como productividad total de los factores (PTF).

La productividad laboral se define como el aumento o disminución de los rendimientos, originado en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: trabajo, capital o técnica, entre otros.

Se relaciona con el rendimiento del proceso económico medido en unidades físicas o monetarias, por relación entre factores empleados y productos obtenidos. Es uno de los términos que define el objetivo del subsistema técnico de la organización. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.

2.1.2 Factores que influyen en la productividad.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

Calidad: La calidad del producto y del proceso se refiere a que un producto se debe fabricar con la mejor calidad posible según su precio y se debe fabricar bien a la primera, o sea, sin re-procesos.

Productividad = Salida/ Entradas. Es la relación de eficiencia del sistema, ya sea de la mano de obra o de los materiales.

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital, Capacidad técnica.

Salidas: Productos o servicios.

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida disminuir entrada
- Incrementar salida en mayor proporción que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada. (OIT, 1973)

2.2 Métodos y tiempos.

El estudio de métodos y tiempos, llamado también estudio de movimientos y tiempos, es el análisis ordenado de los métodos de trabajo, con el fin de:

- Desarrollar el método y el sistema más adecuado con el menor costo.
- Normalizar los sistemas y métodos.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y convenientemente adiestrada, realice cierta tarea u operación trabajando a marcha normal.
- Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

Estos cuatro puntos en que se divide el estudio de métodos y tiempos se pueden resumir en:

- Estudio de métodos para hallar el mejor procedimiento de realizar el trabajo.
- Estudio de tiempos o medida del trabajo para determinar el tiempo tipo de una tarea concreta. (Fernández, 1995 p. 68-72)

2.3 Diagrama de procesos.

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer

con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. (Fernández, 1995 p. 322)

2.3.1 Utilización del diagrama de operaciones de proceso.

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones, deberá prepararse para utilizarlo. Deberá revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones, los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

- Propósito de la operación
- Diseño de la parte o pieza
- Tolerancias y especificaciones
- Materiales
- Proceso de fabricación
- Preparación y herramental
- Condiciones de trabajo
- Manejo de materiales
- Distribución en la planta
- Principios de la economía de movimientos.

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

Figura 1. Diagrama de Procesos

Datos Generales:		Resumen									
Empresa:	ETIMISA	Proceso Actual		Proceso Propuesto		Diferencia					
División:	N/S	N°	Tiempo	Distancia	N°	Tiempo	Distancia	N°	Distancia		
Departamento:	Producción	Operación	2	7 Min.	0 Mts.	2	7 Min.	0 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.
Sección:	Grabado	Trasporte	6	0 Min.	10 Mts.	6	0 Min.	10 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.
Proceso:	Quemado de Flexo	Inspección	1	2 Min.	0 Mts.	1	2 Min.	0 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.
Inicia:		Demora	5	527 Min.	0 Mts.	5	527 Min.	0 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.
Finaliza:		Almacenaje	0	0 Min.	0 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.	0	0 Min.	0 Mts.
Elabora:	Consultores	Observaciones: - Todos los traslados son manuales. - El enfriamiento de la plancha de la máquina de quemado impide que el proceso continúe para las siguientes operaciones.									
Fecha:	03-May										
Revisión:											
Actividad		Diagrama de Proceso Actual		Observaciones							
No. Oper.	Trans. Ins. Demor. Alm.	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)								
1	●	5	-	Cortar el flexo a la medida exacta del negativo ya listo							
2	○	-	1.5	Se traslada de la mesa de corte a la máquina de "Quemado".							
3	○	2	-	Colocar el flexo junto con el negativo en la máquina, preparar y encender la máquina							
4	○	12	-	Por medio de la exposición del flexo junto con el negativo a luz UV el flexo toma la forma deseada. Luego de este paso el proceso se retrasa de 10 a 15 min. Debido a que la máquina se sobre calienta debido a la luz, y debe esperarse a que se enfíe.							
5	○	-	1	Traslado del flexo ya quemado hacia la máquina de lavado							
6	○	10	-	El flexo es lavado de impurezas creadas en el quemado, se utiliza la combinación de acidos.							
7	○	-	1	Se retira del lavado y se coloca en el horno para secar los residuos del lavado.							
8	○	15	-	Permanece en el horno para eliminar los residuos del lavado							
9	○	-	1.5	Se traslada a reposo que el producto llegue a su estado							
10	○	480	-	Permanece en reposo hasta llegar hasta su estado más óptimo							
11	○	-	1.5	Traslado nuevamente hacia una nueva exposición en la máquina de quemado							
12	○	10	-	Espera de ser retirado de la nueva exposición							
13	○	-	3.5	Traslado hacia el área de inspección							
14	○	2	-	El supervisor se encarga de inspeccionar el producto final del proceso							
2	6	1	5	0	536	10					

Fuente: Técnicas principales de Ingeniería Industrial. pp. 23

2.4 Diagrama de flujo del proceso.

Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones.

2.5 Diagrama de Recorrido.

La elaboración del diagrama de recorrido, requiere que el analista de métodos y movimientos, identifique cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se quiere mostrar el recorrido de más de una pieza puede emplearse un color diferente para cada una.

La representación gráfica (diagrama de recorrido), junto con el diagrama de flujo del proceso, puede lograr ahorros importantes a través de la mejora de métodos de producción en una empresa.

La mejor manera de obtener esta información, es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo

largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Los diagramas de recorrido nos permiten mejorar o cambiar la distribución de las máquinas, puestos de trabajo, almacenes y oficinas; además de obtener un mejor tiempo de producción o una mejor distribución del trabajo; también se pueden cambiar las rutas que recorren las piezas, el producto o los operarios; así como también montacargas, elevadores y máquinas de este tipo.

2.6 Análisis de los procesos de trabajo.

Un mecanismo de gran utilidad para la evaluación de los procesos de trabajo es el mapa de proceso. Esta herramienta contribuye a visualizar el trabajo que se lleva a cabo en una unidad, pero de forma distinta a la que ordinariamente lo conocemos.

A través de este tipo de gráfica, podemos percatarnos de tareas o pasos que a menudo pasan desapercibidos en el día a día, y que, sin embargo, afectan positiva o negativamente el resultado final del trabajo.

Este mapa permite conocer los pasos que se requieren para completar un trabajo, además se puede identificar claramente los individuos que intervienen en el proceso, la tarea que realizan, a quién afectan cuando su trabajo no se realiza correctamente y el valor de cada tarea o su contribución al proceso. También permite evaluar la forma cómo se entrelazan las distintas tareas que se requieren para completar el trabajo, si son paralelas (simultáneas) o secuenciales (una tarea no puede iniciarse hasta tanto otra se haya completado).

Los mapas de procesos son útiles para:

- Conocer cómo se llevan a cabo los trabajos actualmente
- Analizar los pasos del proceso para reducir el ciclo de tiempo o aumentar la calidad
- Utilizar el proceso actual como punto de partida para llevar a cabo proyectos de mejoramiento del proceso
- Orientar a nuevos empleados

- Desarrollar formas alternas de realizar el trabajo en momentos críticos
- Evaluar, establecer o fortalecer los indicadores o medidas de resultados.

2.7 Aspectos que intervienen en la producción.

Factores de producción: El objeto inmediato de alguna empresa, es la producción de bienes y servicios mediante la transformación de materias primas a través del empleo de mano de obra y maquinaria. La transformación aparece como la combinación de cuatro factores; la tierra (recursos renovables y no renovables), el trabajo (la mano de obra), el capital (compuestos esencialmente por maquinas) y la organización (capacidad empresarial). Medios utilizados en los procesos de producción.

De forma habitual, se consideran a estos cuatro elementos como: la tierra (bienes inmuebles), el trabajo, el capital (por ejemplo, una inversión en maquinaria) y la organización; se considera que la función empresarial es el cuarto factor de producción. La disponibilidad relativa de estos factores en un país (su dotación de factores) es uno de los aspectos más determinantes de la inversión y el comercio internacional.

Para que una empresa logre sus objetivos debe conseguir la combinación más apropiada de los factores de producción disponibles. Esta combinación variará a lo largo del tiempo y dependerá de la necesidad de crecimiento, de la disponibilidad de mano de obra cualificada y de la experiencia de los gestores, de las nuevas tecnologías y de los precios de mercado de los distintos factores de producción.

Los recursos económicos son los diferentes tipos de mano de obra, el capital, la tierra y el espíritu empresarial que se utilizan para producir bienes y servicios, considerando que los recursos de toda sociedad son limitados o escasos, su capacidad para producir bienes y servicios también es limitada. (Wikipedia, 2012)

2.8 Métodos y tiempos de trabajo.

El estudio del trabajo consta de dos técnicas que se complementan: el estudio de métodos y la medición del trabajo.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma (método) de ejecución preestablecida.

2.8.1 *Objeto de la medición del trabajo.*

El tiempo total de fabricación de un producto puede aumentar a causa de malas características del modelo mismo, por el mal funcionamiento del proceso o por el tiempo improductivo añadido en el curso de la producción y debido a deficiencias de la dirección o a la actuación de los trabajadores. Todos esos factores tienden a reducir la productividad de la empresa.

Examinamos las técnicas de dirección con las cuales se pueden eliminar, o al menos reducir, las citadas fallas. Está demostrado que el estudio de métodos es una de las principales técnicas para reducir el trabajo que lleva el producto o el proceso mediante la investigación sistemática y el examen crítico de los métodos y procesos existentes y el hallazgo e implantación de métodos mejores. Reduciendo al mínimo el trabajo real invertido en el producto o el proceso sólo se logra en parte obtener el máximo de productividad de los recursos existentes de mano de obra e instalaciones. Incluso si se limita al mínimo el trabajo esencial, probablemente se invierta mucho tiempo innecesario porque la dirección no organiza ni controla la fabricación con la debida eficacia y, además, porque en el desempeño del trabajo se desperdicia tiempo en una u otra forma.

El estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y substituir métodos malos por buenos. La medición del trabajo, a su vez, sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea.

En efecto, la medición del trabajo, como su nombre lo indica, es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo. Así se descubren su existencia, naturaleza e importancia, que antes estaban ocultas dentro del tiempo total. Es sorprendente la cantidad de tiempo

improductivo incorporado en los procesos de las fábricas que nunca han aplicado la medición del trabajo, de modo que o bien no se sospechaba o se consideraba como cosa corriente e inevitable que nadie podía remediar.

Pero una vez conocida la existencia del tiempo improductivo y averiguado sus causas se pueden tomar medidas para reducirlo. La medición del trabajo tiene ahí otra función más: además de revelar la existencia del tiempo improductivo, también sirve para fijar tiempos tipo de ejecución del trabajo, y si más adelante surgen tiempos improductivos, se notarán inmediatamente porque la operación tardará más que el tiempo tipo, y la dirección pronto se enterará.

Anteriormente dijimos que el estudio de métodos puede dejar al descubierto las deficiencias del modelo, de los materiales y de los métodos de fabricación; interesa, pues, principalmente al personal técnico. La medición del trabajo es más probable que muestre las fallas de la misma dirección y de los trabajadores, y por eso suele encontrar mayor oposición que el estudio de métodos. No obstante, si lo que se persigue es el eficaz funcionamiento de la empresa en su conjunto, la medición del trabajo bien hecha es uno de los mejores procedimientos para conseguirlo.

Desgraciadamente, la medición del trabajo, y particularmente el estudio de tiempos, que es su técnica más importante, adquirieron mala fama hace años, sobre todo en los círculos sindicales, porque al principio se aplicaron casi exclusivamente para reducir el tiempo improductivo imputable a los trabajadores fijándoles normas de rendimiento a ellos, mientras que el imputable a la dirección se pasaba prácticamente por alto. Las causas de tiempo improductivo evitables en mayor o menor grado por la dirección son mucho más numerosas que las que podrían suprimir los trabajadores. Además, la experiencia ha demostrado que, si se toleran los tiempos improductivos como las interrupciones por falta de material o avería de las máquinas sin hacer un verdadero esfuerzo para evitarlos, el personal se va desanimando y desganando y aumenta el tiempo improductivo atribuible a los trabajadores. Es lógico que así sea. Para los trabajadores, la cuestión es muy sencilla: “Si no podemos adelantar el trabajo por algo que no depende de nosotros y sí de la dirección, ¿por qué afanarse? Que la dirección arregle antes lo que le toca”. A ese argumento es difícil replicar.

Así como en toda reorganización el estudio de métodos debe preceder a la medición del trabajo, de igual modo la eliminación del tiempo improductivo por deficiencias de la dirección debe preceder a toda ofensiva contra el tiempo improductivo imputable a los trabajadores.

Más aún, el solo hecho de que disminuyan las demoras e interrupciones que la dirección pueda evitar tenderá a reducir el desperdicio de tiempo de los operarios, puesto que recibirán a tiempo trabajo y material.

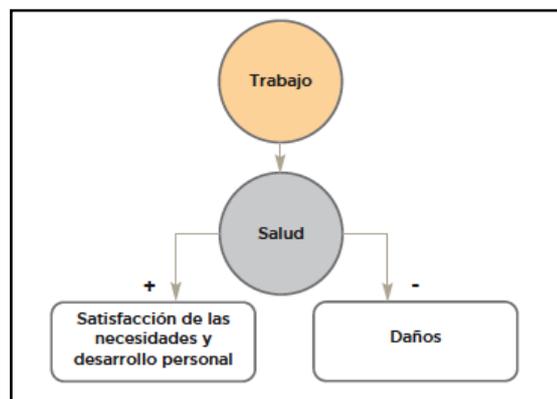
Eso, de por sí, tendrá efectos provechosos, sin necesidad de primas por rendimiento ni disciplina reforzada. (Economía48, 2012)

2.9 Condiciones de trabajo.

La constante e innovadora mecanización del trabajo, los cambios de ritmo, de producción, los horarios, las tecnologías, aptitudes personales, etc., generan una serie de condiciones que pueden afectar a la salud; estas son las denominadas

Condiciones de trabajo, a las que podemos definir como “el conjunto de variables que definen la realización de una tarea en un entorno determinando la salud del trabajador en función de tres variables: física, psicológica y social”. (López, 2017)

Figura 2. Condiciones de Trabajo.



Fuente: Autor

A continuación, se hablará sobre tres variables, sus riesgos, consecuencias, así como algunas recomendaciones para prevenir los riesgos.

2.9.1 *Medio ambiente.*

- Medio ambiente físico de trabajo: Se refiere a factores de medio ambiente natural en el ámbito de trabajo y que aparecen de la misma forma o modificada por el proceso de producción, que puede repercutir negativamente en la salud.
- Ruido: Las personas sometidas a altos niveles de ruido aparte de sufrir pérdidas de su capacidad auditiva pueden llegar a la sordera, acusan una fatiga nerviosa que es origen de una disminución de la eficiencia humana tanto en el trabajo intelectual como en el manual. Se puede definir al ruido como un sonido no deseado e intempestivo y por lo tanto molesto, desagradable y perturbador. El nivel de ruido se mide en decibelios dB.
- Para mantener una conversación a una distancia normal el nivel de ruido debe estar comprendido entre 60 y 70 dB, si no se consigue entender lo que nos dicen aun metro de distancia podemos sospechar que el ruido es excesivo.
- Condiciones termo-higrométricas: Son las condiciones físicas ambiental es de temperatura, humedad y ventilación en las que se desarrolla el trabajo. Todo tipo de trabajo físico genera calor en el cuerpo, por ello, el hombre posee un sistema de autorregulación con el fin de mantener una determinada temperatura constante entorno a los 37°C.

El confort térmico depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios con el medio ambiente y viene determinado por algunas variables:

- Temperatura del ambiente.
- Humedad del ambiente.
- Actividad física.
- Clase de vestido.

- **Iluminación:** La iluminación es un factor que determina la calidad de vida y establece las condiciones de trabajo en que se desarrolla la actividad laboral, y, sin embargo, con frecuencia no se le da mucha importancia. Para conseguir una iluminación correcta se debe tener en cuenta algunos requisitos, el objetivo principal que se debe alcanzar, es que la cantidad de energía luminosa que llegue al plano de trabajo sea la adecuada para la consecución del mismo.
- Para tener una buena iluminación se deben considerar varios factores:
- El tamaño de un objeto es un factor determinante para su visibilidad; cuanto más cerca, más facilitará su visión.
- El contraste, que permite percibir los contornos de un objeto sobre su fondo.
- La falta de contraste puede producir fatiga en trabajos que requieran una atención cuidadosa.
- Los resplandores o reflejos provocan deslumbramiento, se producen cuando las fuentes luminosas están situadas en el campo de visión, dificultan la tarea del ojo y producen fatigas visuales.
- **Contaminantes:** Son agentes extraños al organismo humano que pueden producir alteraciones a la salud cuando están presentes en el ambiente.

Contaminantes químicos: Son sustancias que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al ambiente en forma de aerosoles, gases o vapores y, afectan a la salud del trabajador. Pueden entrar en el organismo a través de varias vías:

- **Vía respiratoria:** Constituida por todo el sistema respiratorio: nariz, boca.
- **Vía dérmica:** El contaminante se incorpora a la sangre a través de la piel.
- **Vía digestiva:** Comprende todo el aparato digestivo.

- Vía parenteral: El contaminante penetra en la sangre a través de heridas, punciones, llagas.

Contaminantes biológicos: Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud.

Los peligros biológicos pueden estar presentes en muchos puestos de trabajo: manipulación de productos de origen animal, cría y cuidado de animales, trabajos de laboratorios y de tipo sanitario.

Carga de trabajo: Se refiere al conjunto de obligaciones psicofísicas a las que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral.

La consecuencia de una excesiva carga de trabajo es la fatiga, que podemos definirla como la disminución de la capacidad física y mental de un trabajador después de haber realizado una actividad durante un período de tiempo. Para tratar la carga de trabajo hemos de hacer una distinción entre carga mental, física y psíquica.

Carga física: Está determinada por una serie de factores que son:

- Factores del propio trabajador: Edad, sexo, constitución física y grado de entrenamiento.
- Factores relacionados con el puesto de trabajo: Postura, manipulación de cargas y movimiento.
- Organización del trabajo: Diseño de las tareas, hacer descansos, ritmos de trabajo acompasados.

Carga mental: Cada día se exige del trabajador un esfuerzo físico mayor y una menor capacidad de atención y control, por lo que es importante hacer referencia a la forma cómo puede afectar el trabajo mentalmente, a éste se lo denomina Carga mental, que podemos definir como un esfuerzo de carácter cognoscitivo determinado por la cantidad y tipo de información provenientes en forma de las demandas del puesto de trabajo.

Durante la realización de un trabajo que exija un esfuerzo mental se ponen en funcionamiento las superestructuras del hombre como la atención, la memorización, la abstracción y la decisión.

2.9.2 Organización del trabajo.

2.9.2.1 Factores de riesgo psicosociales.

El conjunto de exigencias y características del trabajo y su organización que, al coincidir con las capacidades, necesidades y expectativas del trabajador inciden en la salud. Así, se produce un desequilibrio en el estado del trabajador como consecuencia de la imposibilidad de responder adecuadamente a las demandas del trabajo.

Los factores psicosociales capaces de incidir en la vida laboral, pueden ser clasificados atendiendo a distintas variables:

Características de la empresa:

- Dimensión de la empresa.
- Imagen social de la empresa.
- Ubicación de la empresa: Si el centro de trabajo está muy alejado del domicilio social se crean problemas debido a la falta de tiempo para el ocio.
- Diseño del centro de trabajo: El diseño hay que hacerlo teniendo en cuenta el espacio disponible para cada trabajador, la distribución del mismo y el equipamiento.

El diseño debe ser exacto para que no existan puestos de trabajo aislados que creen sensaciones de claustrofobia y miedo; ni excesivamente abiertos que creen inseguridad; las situaciones de trabajo deben permitir la fácil comunicación de las demandas laborales.

2.9.2.2 Características del puesto de trabajo.

Los procesos industriales de carácter continuo o el trabajo en cadena, reúnen dos características: monotonía y repetitividad y, eso tiene desventajas: fatiga física o mental, insatisfacción, depresión ante la falta de expectativas.

2.9.2.3 Tiempo de trabajo.

La jornada de trabajo puede ser partida o continuada, siendo en este último caso necesario los tiempos de descanso en jornadas largas, según el Estatuto de los Trabajadores, se debe hacer un descanso de 15 minutos mínimo en jornadas continuadas superiores a seis horas.

Las pausas introducidas durante la jornada laboral son uno de los medios más eficaces para combatir tanto la fatiga física como la mental.

2.10 Puestos de Trabajo.

El puesto de trabajo, es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo. Algunos ejemplos de puestos de trabajo son las cabinas o mesas de trabajo desde las que se manejan máquinas, se ensamblan piezas o se efectúan inspecciones; una mesa de trabajo desde la que se maneja un ordenador; una consola de control; etc.

Es importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo. Hay que diseñar todo puesto de trabajo teniendo en cuenta al trabajador y la tarea que va a realizar a fin de que ésta se lleve a cabo cómodamente, sin problemas y eficientemente.

Si el puesto de trabajo está diseñado adecuadamente, el trabajador podrá mantener una postura corporal correcta y cómoda, lo cual es importante porque una postura laboral incómoda puede ocasionar múltiples problemas, entre los cuales se cita:

- lesiones en la espalda;
- aparición o agravación de una LER;
- problemas de circulación en las piernas.

Las principales causas de esos problemas son:

- asientos mal diseñados;
- permanecer en pie durante mucho tiempo;
- tener que alargar demasiado los brazos para alcanzar los objetos;
- una iluminación insuficiente que obliga al trabajador a acercarse demasiado a las piezas. (Socconini, 2008)

2.11 Optimización de recursos.

Para que un sistema funcione en la realidad tiene que cumplir una serie de condiciones, como la eficacia del sistema, que permita conseguir buenos resultados, considerándolos a aquellos que superen el buy and hold de una forma clara, y además obtener un porcentaje de aciertos elevado, que proporcionará al sistema seguridad; en segundo lugar, una aplicación real, será necesario que se confíe en él y que por lo tanto actuemos en consecuencia según sus señales, éste es quizás el punto más complicado, existen en la actualidad varios sistemas que dan muy buenos resultados, pero a veces es difícil confiar en ellos debido a que influye el mercado, y que es sin duda el mayor enemigo que tenemos a la hora de obtener beneficios, de forma que si no se confía en nuestro sistema de inversión, y nos dejamos influir, se fracasará. (Erogonuatas, 2012).

2.12 Distribución de planta.

La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo. (Socconini, 2008)

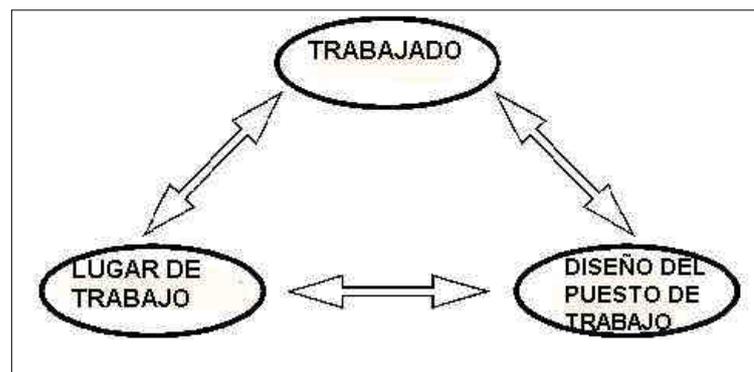
2.12.1 Causas básicas de cambios en la distribución en planta.

- Ineficiencia en la distribución actual.
- Cambios en el volumen de producción → mejor aprovechamiento del espacio para aumentar el número de equipos y las necesidades de almacenamiento.
- Cambios en la tecnología y los procesos → variaciones en los flujos de materiales y cambios en los equipos e instalaciones, y en las necesidades de mano de obra, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.
- Cambios en los productos.
- Cambios en las normativas referentes a seguridad laboral o condiciones de trabajo.

2.13 Ergonomía.

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él. Un ejemplo sencillo es alzar la altura de una mesa de trabajo para que el operario no tenga que inclinarse innecesariamente para trabajar. El especialista en ergonomía, denominado ergonomista, estudia la relación entre el trabajador, el lugar de trabajo y el diseño del puesto de trabajo.

Figura 3. Ergonomía.



Fuente: monografías.com

2.14 Ergonomía del trabajo.

El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos o demandas del trabajo. El objetivo final, es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores.

El diseño adecuado del puesto de trabajo debe servir para:

- Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo.
- Evitar los esfuerzos innecesarios.
- Los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador.
- Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares.
- Evitar los trabajos excesivamente repetitivos.
- Lograr una correcta visibilidad y una adecuada disposición de los elementos de trabajo.

2.15 Costos de producción.

La empresa es el instrumento universalmente empleado para producir y poner en manos del público la mayor parte de los servicios existentes en la economía. La empresa desarrolla su actividad en conexión con otros agentes y esta relación condiciona el cumplimiento del objetivo que motiva su existencia. Para tratar de alcanzar sus objetivos, la empresa obtiene del entorno los factores que emplea en la producción, tales como las materias primas, maquinarias y equipo, mano de obra, capital, etc.

Toda empresa al producir incurre en costos. Los costos de producción están en el centro de las decisiones empresariales, ya que todo incremento en este rubro normalmente significa una disminución de los beneficios de la empresa.

2.16 Definición de costos.

Costo. - Se refiere al valor de los recursos económicos utilizados como resultado de la producción o fabricación de aquello que se valora. Dicho costo se puede descomponer en

una serie de elementos de costo, siendo cada uno de ellos el costo de un recurso individual consumido por aquello que se valora.

Los costos de producción llamados también costos de operación, son gastos que hace una empresa para obtener un producto, así como los pagos que se realizan por usar recursos o insumos que se emplea en la producción.

2.17 Objetivos de la determinación de costos.

Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos:

- Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Permitir la valuación de inventarios.
- Controlar la eficiencia de las operaciones.
- Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa

CAPÍTULO III

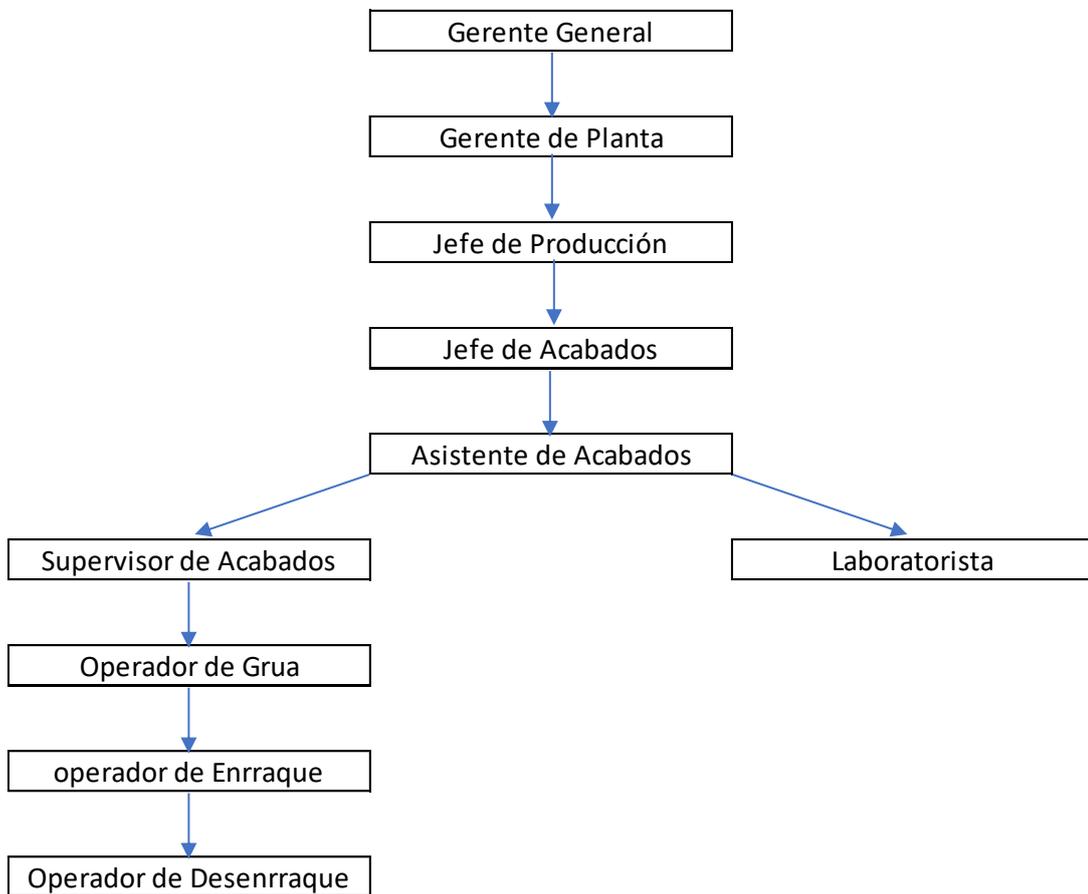
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE ANODIZADO DE LA EMPRESA CEDAL S.A

3.1 Estructura Administrativa

3.1.1 Estructura Orgánica

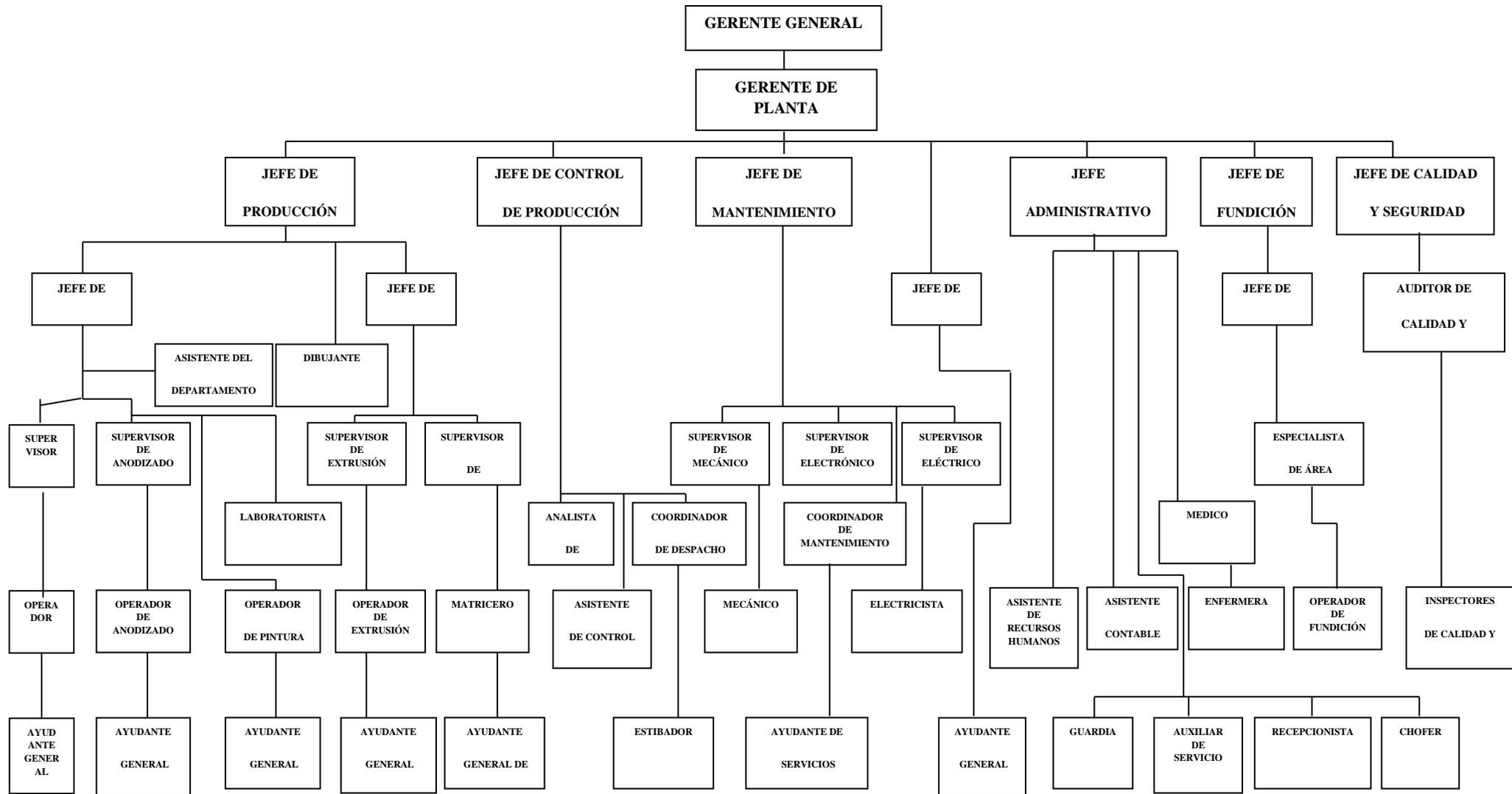
3.1.2 Estructura Funcional del Área de Anodizado

Figura 4. Estructura funcional del área de anodizado.



Fuente: Cedal S. A.

Figura 5. Estructura orgánica de la empresa Cedal S.A.



Fuente: Cedal S.A

3.2 Análisis de los procesos

3.2.1 Línea de producción de lingotes de aluminio área de fundición

1. Como primer paso se tiene la recepción de materia prima la cual comprende la utilización de aluminio recuperado del proceso de extrusión y perfilería rechazada. Además, tenemos como materia prima adicional aluminio primario (al 99%), silicio y magnesio.

Figura 6. Materia prima proceso de fundición



Fuente: Cedal S.A

2. Después de la recepción de la materia prima se procede a colocar la chatarra en una cuchara la cual introducirá al interior del horno para ser fundida.

Figura 7. Cuchara para introducir materia prima.



Fuente: Cedal S.A

3. Cuando el horno de fundición o MELTING se encuentra lleno hay q esperar alrededor de dos horas hasta que el aluminio este fundido totalmente.

Figura 8. Horno de fundición



Fuente: Cedal S.A

4. Luego de ese tiempo pasa la colada hasta el CASTING y el des-gasificador en donde se quitará impurezas y se REFINARÁ EL GRANO.

Figura 9. Salida de colada de aluminio.



Fuente: Cedal S.A

5. Luego la colada pasa al TUNDICH en donde se encuentran los moldes y se da forma al lingote.
6. Después de enfriarse y retirados del molde el lingote pasa al área de almacenaje temporal en espera a ser transportados a proceso de homogenizado.

7. Al momento que está libre el horno de homogenizado se transportan los lingotes de aluminio hasta este horno y donde el lingote adquirirá las mismas características en todo el lingote.

Figura 10. Lingotes sin homogenizar.



Fuente: Cedal S.A

Figura 11. Proceso de homogenizado de aluminio.



Fuente: Cedal S.A

8. Después de salir del horno de homogenizado los lingotes pasan a la sierra para ser cortados de acuerdo a las necesidades de las prensas de extrusión.

Figura 12. Corte de lingotes



Fuente: Cedal S.A

9. De ahí pasan al área de almacenaje en espera a ser transportados al are de extrusión.

Figura 13. Almacenaje de lingotes.



Fuente: Cedal S.A

3.2.2 *Línea de producción de perfiles de aluminio área de extrusión*

1. Como primer paso se tiene la inspección de la materia prima la cual debe cumplir con algunas especificaciones como: dureza, aleación y composición metalúrgica.

Figura 14. Almacenamiento de lingotes.



Fuente: Cedal S.A

2. Luego de la inspección se procede a transporta lo lingotes hasta la ubicación de las prensas.
3. Una vez colocados los lingotes en las prensas en se proceden a calentar a una temperatura de deformación plástica del aluminio (450 – 500°C).

Figura 15. Prensa de extrusión.



Fuente: Cedal S.A

Figura 16. Calentamiento de lingotes.



Fuente: Cedal S.A

4. Luego de estar los lingotes a esta temperatura se los traslada por medio de transportadores mecánicos hasta la prensa la cual empujará los lingotes con una fuerza de 1750 toneladas a través de una matriz la cual dará la forma a nuestro perfil.

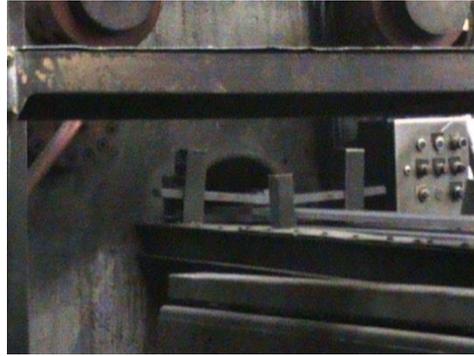
Figura 17. Prensa de extrusión



Fuente: Cedal S.A

5. Después de salir de la prensa se procede a realizar un enfriamiento en las mesas de enfriamiento en este mismo proceso se las da a los perfiles un estiramiento para q no tengan de formaciones.

Figura 18. Salida de perfiles de prensa.



Fuente: Cedal S.A

6. Luego pasa al sector de cortado en donde se le dará la longitud a nuestro perfil esta puede ser de 600 o 640 cm.

Figura 19. Corte de perfiles.



Fuente: Cedal S.A

7. Para luego ser llevados hasta canastas transportadoras.

Figura 20. Almacenamiento de perfiles



Fuente: Cedal S.A

8. Cuando están tres canastas serán transportadoras hasta el horno de envejecimiento por un tiempo de 3 horas con 30 minutos, a una temperatura de 210°C para así adquirir la dureza deseada la cual varía de 8 a 10 webster para perfiles arquitectónicos y de 11 a 15 webster para perfiles estructurales.

Dureza Webster: Emplea máquinas manuales en la medición, siendo apto para piezas de difícil manejo como perfiles largos extruidos. El valor obtenido se suele convertir a valores Rockwell. (Wikipedia 2012).

Figura 21. Horno de envejecimiento.



Fuente: Cedal S.A

3.2.3 Línea de producción de perfiles de aluminio con acabados superficial área de acabados

En el área de acabados la empresa Cedal S.A se cuenta con dos líneas de producción:

La primera línea de producción llamada ANODIZADO, es aquella en la que se da al perfil de aluminio una protección superficial por medio de un baño electrolítico a través de transferencia electroquímica.

La segunda línea de producción llamada PINTURA en la cual se da al perfil de aluminio, una protección superficial a través de pintura electrostática.

3.2.3.1 Recubrimiento con baño electrolítico

1. Transporte de carga hasta el sector de enrracado.
2. Conformación de cargas con perfiles.
3. Transporte de cargas con puente grúa hasta tanque de DESENGRACE.
4. DESENGRACE de cargas a una temperatura de 60 – 70 °C.
5. ENJUAGUE de cargas con agua semi-ablandada.
6. DECAPADO ÁCIDO con una temperatura de 45 – 47 °C.
7. ENJUAGUE DECAPADO ÁCIDO temperatura ambiente.

8. DEACAPADO CON SODA CÁUSTICA con un tiempo de inmersión de 30 segundos.
ENJUAGUE N° 1 de soda cáustica alrededor de 10 segundos con agua semi-ablandada.

Figura 22. Transporte perfiles.



Fuente: Cedal S.A

Figura 23. Conformación de cargas.



Fuente: Cedal S.A

Figura 24. Desengrase.



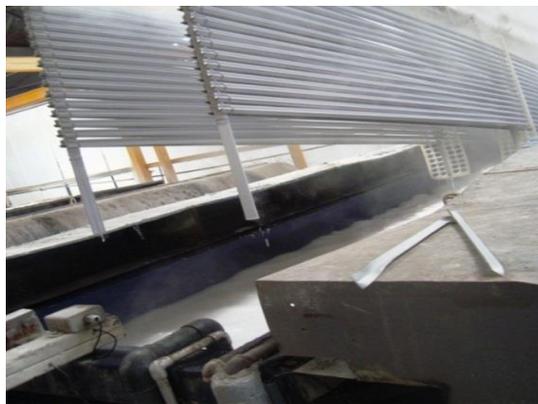
Fuente: Cedal S.A

Figura 25. Tanque de enjuague.



Fuente: Cedal S.A

Figura 26. Decapado ácido.



Fuente: Cedal S.A

Figura 27. Tanque de enjuague.



Fuente: Cedal S.A

9. ENJUAGUE N° 2 de soda cáustica alrededor de 12 segundos con agua semi-ablandada.

Figura 28. Tanque de Soda caustica.



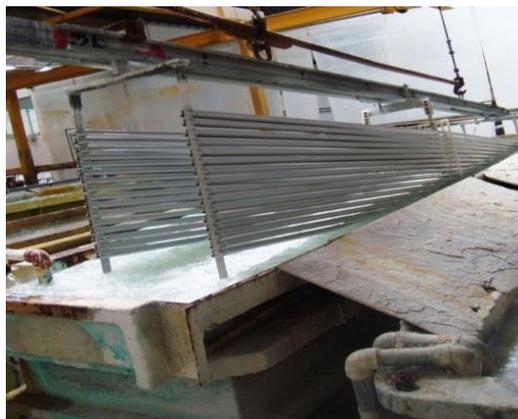
Fuente: Cedal S.A

Figura 29. Tanque de enjuague.



Fuente: Cedal S.A

Figura 30. Tanque de enjuague.



Fuente: Cedal S.A

10. NEUTRALIZAR CON: ácido sulfúrico, ácido nítrico, peróxido de hidrógeno alrededor de 1 – 5 minutos.

11. ENJUAGUE con agua semi-ablandada.
12. ANODIZAR con una temperatura de 24-27 °C con: ácido sulfúrico tiempo de inmersión según tablas.

Figura 31. Tanque de neutralizado.



Fuente: Cedal S.A

Tabla 1. Tiempos de anodizado por carga.

TIEMPOS DE INMERSION POR CARGA				
Tamaño de Carga	Densidad de Corriente	Tiempo en min.		
<i>m²</i>	<i>A/m²</i>	10 micras	15 micras	20 micras
30 - 35	200	14	19	20
36 - 40	200	15	20	30
41 - 45	200	16	21	32
46 - 50	200 - 190	16 - 17	22	33
51 - 55	186 - 172	18 - 19	24	35
56 - 60	169 - 158	19 - 20	26	39
61 - 65	155 - 146	21 - 22	28	40
66 - 70	144 - 135	23 - 24	31	45
71 - 75	134 - 126	24 - 25	33	48
76 - 80	125 - 119	26 - 28	36	52
81 - 85	117 - 112	28 - 29	38	56
86 - 90	110 - 106	30 - 32	40	60

Fuente: Cedal S.A

13. ENJUAGUE en agua semi-ablandada.
14. De acuerdo a la orden de trabajo se verifica si tiene q pasar por el baño de color sino pasa directamente al baño de SELLADO.
15. BAÑO DE BROMCE, ácido sulfúrico y sulfato de estaño, con una temperatura ambiente.

Figura 32. Anodizado



Fuente: Cedal S.A

Figura 33. Tanque de bronceado



Fuente: Cedal S.A

16. BAÑO DE DORADO, ácido sulfúrico, permanganato de potasio, temperatura ambiente.

Figura 34. Tanque de coloración dorado



Fuente: Cedal S.A

17. ENJUAGUE, agua osmotizada.
18. SELLADO, temperatura de 28 a 32 °C, agua osmotizada, aditivo, iones de fluoruro, con un pH de 6,0 a 7,0 con un tiempo de inmersión de 10 minutos estándar.

Figura 35. Tanque de sellado.



Fuente: Cedal S.A

19. ENJUAGUE, agua osmotizada.
20. ENJUAGUE, agua osmotizada con temperatura de 75 a 85 °C, iones de fluoruro máximo 220ppm, tiempo de inmersión de 1 a 4 minutos.

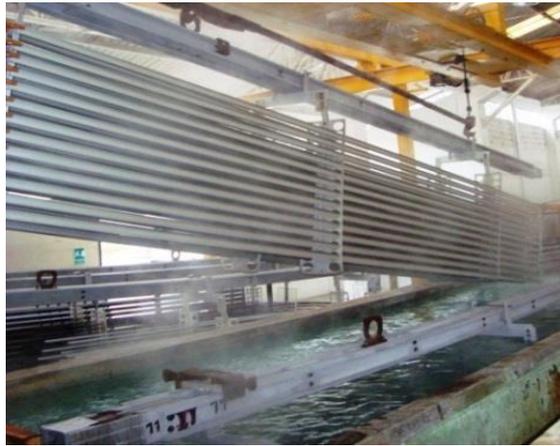
Figura 36. Tanque de enjuague.



Fuente: Cedal S.A

21. Secar y escurrir las cargas en la zona de desenrrake.
22. Desmontar cargas y colocar en los respectivos coches.
23. Transportar coche hasta horno de secado.
24. Sacar del horno de envejecimiento.
25. Transportar hasta zona de empaque.
26. Empacar.

Figura 37. Escurrir cargas.



Fuente: Cedral S.A

Figura 38. Inspección de perfiles.



Fuente: Cedral S.A

Figura 39. Desmontar cargas.



Fuente: Cedral S.A

Figura 40. Coches con perfiles.



Fuente: Cedral S.A

Figura 41. Horno de envejecimiento.



Fuente: Cedral S.A

Figura 42. Perfiles de aluminio.



Fuente: Cedral S.A

Figura 43. Perfiles de aluminio.



Fuente: Cedal S.A

3.2.3.2 Recubrimiento con pintura electrostática

1. Transporte de cargas hasta el área de pintura.
2. Colocar perfiles en canasta para ser transportada hasta zona de limpieza de perfiles.
3. Transportar carga hasta tanque de Desengrase.
4. DESENGRASAR cargas, con una temperatura de 25 a 40 °C, tiempo de inmersión de 3 a 30 minutos.
5. ENJUAGAR, cargas en agua semi-ablandada, a una temperatura ambiente.
6. ENJUAGAR, cargas en agua semi-ablandada, a una temperatura ambiente.
7. ENJUAGAR, cargas en agua semi-ablandada, a una temperatura ambiente.
8. CONVERSION, temperatura de 20 a 25 °C, tiempo de inmersión de 3 minutos.
9. Cargar perfiles en gancheras.
10. Secar perfiles.
11. Pintar.
12. Curar.
13. Descargar y colocar en coches.

3.3 Personal existente en el área de acabados

Actualmente Cedal S.A y el área de acabados labora con personal masculino que desempeña diferentes actividades.

Tabla 2. Personal del área de anodizado: Gerente General.

GERENTE GENERAL	
Título de puesto	Gerente general
Naturaleza del trabajo	Administración de la empresa
GERENTE DE PLANTA	
Título de puesto	Gerente de planta
Naturaleza del trabajo	Administrar planta de producción
JEFE DE PRODUCCIÓN	
Título de puesto	Jefe de Producción
Naturaleza del trabajo	Planificar y controlar Producción
JEFE DEPARTAMENTAL	
Título de puesto	Jefe Departamental
Naturaleza del trabajo	Controlar el proceso productivo de su área
ASISTENTE DEPARTAMENTAL	
Título de puesto	Asistente departamental.
Naturaleza del trabajo	Control y análisis del proceso de producción.
SUPERVISORES DE ÁREA	
Título de puesto	Supervisor de área.
Naturaleza del trabajo	Control de personal y proceso de producción.
LABORATORISTA	
Título de puesto	Laboratorista
Naturaleza del trabajo	Control de adiciones químicas y concentraciones.
OPERADOR DE GRÚA	
Título de puesto	Operador de Grúa.
Naturaleza del trabajo	Producción.
OPERADOR DE ENRRAKE	
Título de puesto	Operador de Enrrake.
Naturaleza del trabajo	Producción.
OPERADOR DE DESENRRAKE	
Título de puesto	Operador de Desenrrake.
Naturaleza del trabajo	Producción.

Fuente: Cedral S.A

3.3.1 *Número y ubicación.*

El personal encargado del control y producción del área de acabados está a cargo del siguiente personal:

- UN GERENTE GENERAL, encargado de tomar decisiones adecuadas e impartirlas a todos los trabajadores y empleados de la empresa.
- UN GERENTE DE PLANTA, que se encarga de impartir las órdenes y tareas a realizarse en la empresa.

- UN JEFE DE PRODUCCION, Encargado de llevar los controles de producción y datos de las mismas.
- UN JEFE DE AREA, Encargado de impartir órdenes de trabajo y llevar los controles de los procesos.
- UN ASITENTE DE AREA, encargado de llevar acabo las órdenes impartidas por jefe de área, control de los sistemas del proceso, análisis de los procesos de producción.
- TRES SUPERVISORES DE ACABADOS, encargados del personal del área, y; de impartir tareas de trabajo, así como; de organizar al personal.
- UN LABORATORISTA, encargado de los análisis químicos del proceso de producción, además de proporcionar información para las diferentes adiciones de químicos en el proceso.
- CUATRO OPERADORES DE GRUAS, encargados de los movimientos de las grúas las mismas q transportaran las diferentes cargas por la línea de producción.
- DIES ERRACADORES, encargados de la conformación de las cargas además dos de ellos durante cada turno por dos horas son encargados de las diferentes adiciones de químicos en los tanques.
- SEIS DESENRRACADORES, encargados de zafar las cargas ya dadas los diferentes tratamientos superficiales, además tienen q transportar las cargas hasta el horno de secado y llevar hasta el área de empaque.

Cabe aclarar q el personal que labora durante tres turnos diarios de ocho horas de lunes a domingo.

3.3.2 *Ambientes de Trabajo.*

Para este análisis se tomarán en cuenta diversos factores que influyen en el desempeño del trabajador, en el que se considerarán las falencias que posee la empresa con lo relacionado a las condiciones que deben tener los trabajadores para un mejor desempeño de las actividades diarias.

Para el análisis, el estudio se tomará como referente la apreciación visual del analista, y preguntas realizadas a los trabajadores, información que servirá para mejorar el ambiente laboral.

3.3.3 Seguridad industrial.

Aunque existan diferentes conceptos y definiciones de higiene ocupacional todas van enfocadas hacia el mismo objetivo fundamental: la protección y promoción de la salud y el bienestar de los trabajadores mediante acciones preventivas y de control en el ambiente de trabajo.

Es esencial que se desarrollen actividades de protección y promoción de la salud de los trabajadores con un enfoque multidisciplinario que incluya además de la higiene ocupacional, la medicina del trabajo, la ergonomía y la seguridad laboral entre otros.

Al personal se le da una dotación de implementos de seguridad con los siguientes equipos:

- CASCO
- RESPIRADOR
- OREJERAS
- ZAPATOS PUNTA DE ACERO
- GUANTES DE HILO
- GUANTES DE CUERO
- GUANTES DE CAUCHO
- ROPA DE TRABAJO
- ROPA TERMICA (Se utiliza para trabajos nocturnos)

3.4 Análisis del método actual de trabajo.

La empresa Cedal S.A en el área de anodizado, posee un método de trabajo que se detalla en diagramas, que mostrarán las secuencias cronológicas de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima, que en este caso son perfiles de aluminio, hasta el almacenaje final.

3.4.1 Diagrama de flujo de procesos.

3.4.1.1 Perfiles de aluminio acabado 02 (ver Anexo A).

3.4.1.2 Cuadro de resumen de actividades del diagrama de flujo para perfiles de aluminio Acabado 02 (ver Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de tiempos y distancias diagrama de flujo de procesos.

RESUMEN DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PEFILES DE ALUMINIO				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO(min)
Operación		59		126,42
Transporte		22	117,05	11,03
Inspección		8		3,93
Demora		1		8,53
Almacenaje		1		
Operación combinada		1		12,65
TOTALES		92	117,05	162,56

Fuente: Autor.

Para observar diagramas de flujo de proceso de productos perfiles acabado 03, 04, 05, 06, 12 (ver Anexo B).3.4.2 *Diagrama de procesos.*

Los diagramas de procesos como representación esquemática, muestra una visión de conjunto del proceso. Sirve para estudiar la secuencia de operaciones, facilitar la mejora de métodos y la simplificación de operaciones, para los diferentes tipos de acabados en el proceso de anodizado. Como se muestra a continuación (ver Anexo C).

3.4.2.1 *Análisis de los resultados actuales.*

Para el análisis de los resultados se tomarán en cuenta las tablas de resumen de los tiempos y distancia de los diferentes diagramas de procesos.

3.4.2.1.1 Perfiles de aluminio acabado 02.

Tabla 4. Resumen de tiempos y distancias diagrama procesos.

RESUMEN DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PEFILES DE ALUMINIO				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO(min)
Operación		59		126,42
Transporte		22	117,05	11,03
Inspección		8		3,93
Demora		1		8,53
Almacenaje		1		
Operación combinada		1		12,65
TOTALES		92	117,05	162,56

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla existen un total de 92 actividades realizadas con un total de 117,05 m recorridos, y un tiempo total de 162,46 min. Dándonos como resultado un total de 25 toneladas por turno producidas de perfiles de aluminio acabado 02 con un total de 96 cargas de perfiles de aluminio cada una con un peso aproximado de 300 kg.

Para poder observar diagramas de procesos y sus resultados de perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12 (ver Anexo D).

3.4.3 Diagrama de recorrido.

El objetivo de realizar un diagrama de recorrido es obtener información que servirá para mejorar el método de producción.

El método actual del Diagrama de Recorrido empleado para la producción de: perfiles de aluminio acabado, 02, 03, 04, 05, 06, 12, para poder observar los diagramas de recorrido (ver Anexo E).

3.4.4 *Toma de tiempos del proceso productivo.*

En el siguiente análisis se determinará el tiempo que se necesita para la ejecución de un producto, así el personal que labora en la empresa conocerá los tiempos que permitirán resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación.

El procedimiento técnico empleado para calcular los tiempos de trabajo consiste en determinar el denominado *tiempo tipo*, entendiéndolo como tal, el que necesita un trabajador calificado para ejecutar la tarea a medir, según un método definido. Este tiempo tipo, (T_p), comprende no sólo el necesario para ejecutar la tarea a un ritmo normal, sino, también las interrupciones de trabajo que precisa el operario para recuperarse de la fatiga que le proporciona su realización y para sus necesidades personales.

Este análisis servirá como información necesaria para determinar si el tiempo empleado por los trabajadores para realizar su tarea justifica la producción realizada por los mismos. Además, este análisis nos dará una pauta para determinar las posibles causas por las que el operario no cumple con la producción requerida por el Gerente de la empresa.

Podemos resumir en la siguiente forma el mecanismo que nos permitirá establecer el *tiempo tipo* de una operación.

1. Obtención del tiempo tipo de la operación
2. Valoración del paso al que realiza la operación. El ritmo de trabajo del operario se ha considerado de con un valor de 1, ya que es con el que en el video el trabajador realiza su labor, es decir a ritmo normal.
3. Determinación de los suplementos:
 - Por fatiga, del 2 al 10% dependiendo del trabajo. Si el trabajo es ligero y existe descansos a la mitad de la jornada no se tomará en cuenta suplementos por fatiga.
 - Por retrasos, máximo se tomará un 2%.
 - Por necesidades personales, 5% para hombres y 6% para mujeres. Al haberse realizado el registro de tiempos es base de un video con lectura continua, los tiempos suplementos se consideran están incluidos para efecto de cálculo; es decir el tiempo normal será igual al tiempo tipo.
4. Obtención del tiempo tipo.
5. Para obtener el tiempo tipo, se deberá corregir el tiempo medio multiplicándolo primero por el factor de valoración del paso con el objeto de obtener el tiempo normal.

A este tiempo normal se le sumarán los porcentajes de suplementos con lo que se obtendrá el tiempo tipo.

$$T_{\text{normal}} = T_{\text{medio}} \times F_{\text{valoracion}} \quad (1)$$

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{normal}} + \%S \times T_{\text{normal}} \quad (2)$$

Para el proceso productivo de la fabricación de perfiles de aluminio se las dividirá en operaciones importantes, en las que abarcaran varias actividades como: operaciones, transportes, demoras etc. De esta forma se podrá determinar un tiempo estándar o tiempo tipo para cada operación.

3.4.5 Determinación del tiempo tipo distribución actual del área de anodizado.

Para la determinación del tiempo normal y tiempo tipo se dividió en las siguientes actividades:

PRODUCTO: PERFILES DE ALUMINO

OPERACIÓN 1: TRANSPORTE SIN CARGA

OPERACIÓN 2: TOMAR SEPARADORES

OPERACIÓN 3: TRANSPORTAR SEPARADORES

OPERACIÓN 4: ARMADO DE RACK

OPERACIÓN 5: CONFORMACIÓN DE CARGAS

3.4.6 Hojas observación

Tabla 5. Hojas de observación

HOJAS DE OBSERVACIÓN													
HOJA:				FECHA: 2012-02-17									
OPERACIÓN: Enrrake				OPERACIÓN:									
NOMBRE PIEZA: Perfiles de Aluminio				PIEZA No:									
NOMBRE DE LA MÁQUINA:													
NOMBRE Y DEL OPERARIO:				HOMBRE			x			MUJER			
EXPERIENCIA EN LA TAREA:				MATERIAL:									
SUPERVISOR:				DEPARTAMENTO:									
INICIO:		FIN:		TIEM. TRANS:		UNID TERMINADAS:				No. DE MÁQ ATENDIDAS:			
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRANSPORTE SIN CARGA	T	21,11	18	20	35	30	32	30	33	34	33	33	35
	L	0:21	25:54	42:49	1:01:47	1:24:48	1:59:13	2:21:17	2:40:27	3:06:01	3:56:28	4:18:52	4:42:54
TOMAR SEPARADORES	T	1,5	1,58	1,5	2	1,6	1,5	1	2	1,45	2	1,35	2
	L	0:22	25:56	42:51	1:01:49	1:34:49	1:59:14	2:21:18	2:40:29	3:06:02	3:56:30	4:18:53	4:42:56
TRANSPORTAR SEPARADORES	T	38,25	30	35	40	33	38,5	43	49	35	35	34	35
	L	1:00	26:26	43:19	1:02:24	1:35:20	1:59:52	2:21:50	2:41:02	3:06:37	3:57:05	4:19:17	4:43:31
ARMADO DE RACK	T	206,4	80	60	153	241	214	222	204	210	192	189	152
	L	4:26	27:45	44:19	1:04:57	1:39:21	2:03:26	2:25:32	2:44:26	3:36:37	4:00:17	4:22:26	4:45:57
CONFORMACIÓN DE CARGAS	T	1224,4	884	1143,6	1161	1164	1042	862	1261	1158	1082	1185	1405
	L	25:43	42:29	1:01:12	1:24:18	1:58:41	2:20:47	2:39:54	3:05:27	3:55:55	4:18:19	4:42:11	5:09:23

Tabla 5. Continuación

		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Σ_T	T_m
TRANSPORTE SIN CARGA	T	21	19	19	34	31	32	31	32	35	34	34	34	646,11	29,5
	L	5:09:44	5:34:19	5:49:29	6:10:39	6:33:38	6:58:04	7:20:09	7:39:41	8:05:08	8:28:43	8:51:20	9:14:34		
TOMAR SEPARADORES	T	1,4	1,5	1,5	1,5	2	1	1,3	2	1,4	2	1,6	2	40,18	1,5
	L	5:09:45	5:34:20	5:49:30	6:10:40	6:33:40	6:58:05	7:20:21	7:39:43	8:05:09	8:28:45	8:51:21	9:14:36		
TRANSPORTAR SEPARADORES	T	35,4	32	43	33	45,7	37	33	44	35	40	35	35,5	894,55	37,26
	L	5:10:20	5:34:52	5:50:01	6:11:13	6:34:12	6:58:42	7:20:54	7:40:19	8:05:44	8:29:19	8:51:56	9:15:11		
ARMADO DE RACK	T	200	90	64	150	240	210	222	204	205	197	189	152	4246,4	176,8
	L	5:13:40	5:34:22	5:51:05	6:13:43	6:38:12	7:02:12	7:24:36	7:43:43	8:09:09	8:32:36	8:55:00	9:17:43		
CONFORMACIÓN DE CARGAS	T	1220	888	1140	1164	1160	1046	873	1250	1150	1090	1185	1410	27148	1131,17
	L	5:34:00	5:49:10	6:10:05	6:33:07	6:57:32	7:19:38	7:39:09	8:04:33	8:28:19	8:50:46	9:14:00	9:41:13		
														32975,24	1376,5

Fuente: Autor

Tiempo promedio.

$$\begin{aligned}
 T_1 &= 29,5 \text{ seg} & \Rightarrow & 0,49 \text{ min} \\
 T_2 &= 1,5 \text{ seg} & \Rightarrow & 0,025 \text{ min} \\
 T_3 &= 37,26 \text{ seg} & \Rightarrow & 0,62 \text{ min} \\
 T_4 &= 176,8 \text{ seg} & \Rightarrow & 2,95 \text{ min} \\
 T_5 &= 1131,17 \text{ seg} & \Rightarrow & 18,85 \text{ min} \\
 T_T &= 1376,5 \text{ seg} & \Rightarrow & 22,94 \text{ min}
 \end{aligned}$$

Lecturas individuales para cálculo de número necesario de tomas en el proceso de enrracado.

Tabla 6. Lecturas individuales.

Nº	Lecturas individuales del cronómetro en segundos X	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro x^2
1	38,25	1463
2	30	900
3	35	1225
4	40	1600
5	33	1089
6	38,5	1482
7	43	1849
8	49	2401
9	35	1225
10	35	1225
11	34	1156
12	35	1225
13	35.4	1253
14	32	1024
15	43	1849
16	33	1089
17	45,7	2088
18	37	1369
19	33	1089
20	44	1936
21	35	1225
22	40	1600
23	35	1225
24	35,5	1260
$\sum x=894,35$		$\sum x^2 = 33848,7$

Fuente: Autor

Método actual.

Al determinar el número de observaciones realizadas, hay que decidir el nivel de confianza y precisión estadista.

Para lo cual utilizamos la siguiente formula:

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{N_1 \sum x_2 - \sum x^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (2)$$

Dónde:

N ⇒ Numero necesario de observaciones.

x ⇒ lectura de los tiempos del elemento medido.

N₁ ⇒ Numero de lectura realizadas.

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{24(33848,7) - (894,35)^2}}{894,85} \right]^2$$

N = 16 Tomas

Como podemos observar el resultado del número de tomas requerido para el análisis es 16, que es menor al número de tomas que he registrado, por lo tanto, diremos que el valor del tiempo promedio nos generará **confianza 96 %** y los datos que a partir de este se obtienen de igual manera (reales).

Tiempo Actual:

T normal = T medio X F valoración

T normal = 1373 seg x 1

T normal = 1373 seg

T tipo = T normal + (% S x T normal) *Suplementos incluidos en el video*

T tipo = 1373 seg

T tipo = 1373 seg ⇒ 22.94 min

3.4.7 Condiciones actuales de trabajo.

Mediante encuestas realizadas a los trabajadores, junto con la apreciación visual del analista, y, tomando en consideración aspectos técnicos, se determinará en qué condiciones de trabajo se encuentra laborando el personal de la empresa.

Se han realizado estudios e investigaciones para conocer las condiciones que debe proporcionarse en cada caso para satisfacer las exigencias de la tarea que se realiza, por tal motivo se analizara cada puesto de trabajo.

De este trabajo realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

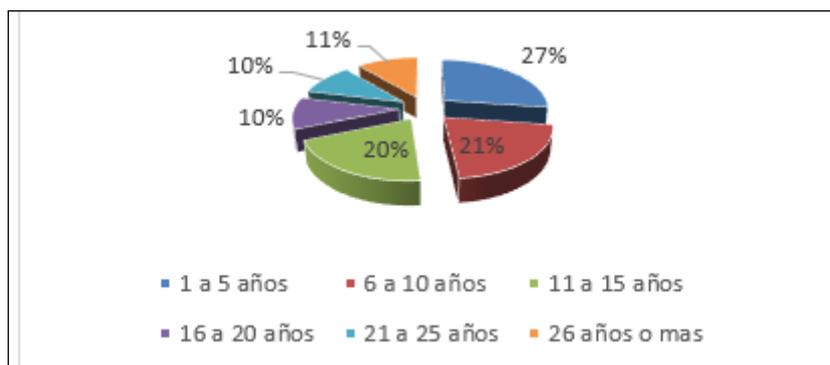
1.-Indique los años que Ud. lleva trabajando en la empresa

Tabla 7. Años en el puesto de trabajo.

El personal	Personas
1 a 5 años	19
6 a 10 años	15
11 a 15 años	14
16 a 20 años	7
21 a 25 años	7
26 años o mas	8

Fuente: Autor

Figura 44. Años en el puesto de trabajo.



Fuente: Autor

Los resultados de la encuesta realizada reflejan que el tiempo que el personal llevan trabajando en la empresa es: 1 a 5 años el 27% de empleados, 6 a 10 años el 21% de empleados, 11 a 15 años el 20% de empleados, 16 a 20 años el 10 % de empleados, de 21 a 25 años el 10% de empleados, 26 año o más el 11%. Como se puede observar en los

resultados de la encuesta la mayoría de empleados cuentan con más 5 años de experiencia en la empresa.

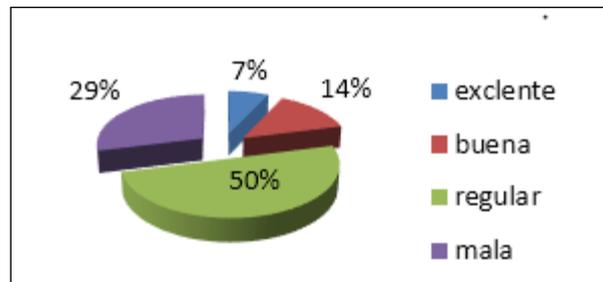
2.- ¿Cómo considera Ud. que es la planificación de la producción?

Tabla 8. Planificación de la producción.

Planificación de la producción	Personas
excelente	5
buena	10
regular	35
mala	20

Fuente: Autor

Figura 45. Planificación de la producción.



Fuente: Autor

Se refleja que la planificación de la producción es: en un 50% regular, 29% mala, 17% buena, 8% excelente.

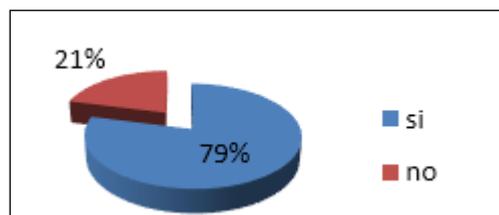
3.- Verifica Ud. que los materiales están disponibles para iniciar la producción?

Tabla 9. Materiales disponibles.

Materiales disponibles	Personas
si	55
no	15

Fuente: Autor

Figura 46. Materiales disponibles.



Fuente: Autor

El 79% del personal si verifica la disponibilidad de los materiales, mientras que el 21% no lo hace, por lo que da lugar a una serie de inconvenientes en el proceso de producción.

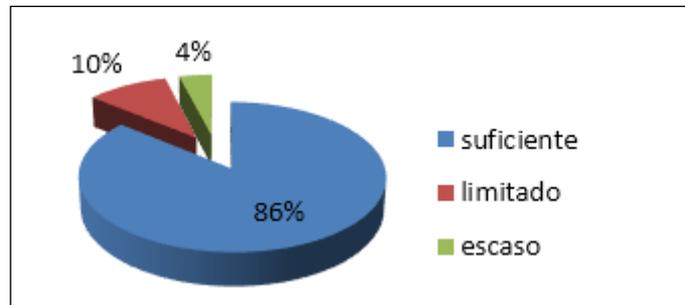
4.- La materia prima para cumplir las órdenes de trabajo es:

Tabla 10. Materia prima.

Materia Prima	Personas
suficiente	60
Limitado	7
Escaso	3

Fuente: Autor

Figura 47. Materia prima.



Fuente: Autor

Según el estudio realizado se refleja que el 4% del personal tiene la materia prima de una manera Escasa, mientras que el 10% tiene material limitado, y un porcentaje representado por el 86% del personal tiene suficiente materia prima.

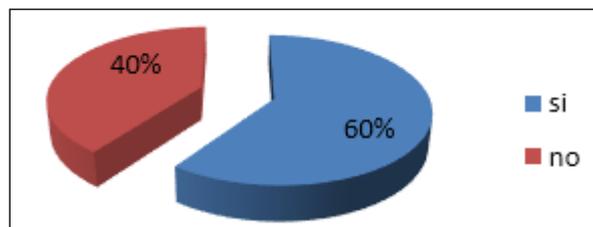
5.- ¿Cuenta con los implementos y/o herramientas para realizar su trabajo?

Tabla 11. Herramientas e implementos.

Implementos y/o Herramientas	Personas
si	42
no	28

Fuente: Autor

Figura 48. Herramientas e implementos.



Fuente: Autor

De acuerdo al estudio se refleja que un 40 % de los trabajadores no cuentan con las herramientas necesarias para realizar su trabajo, y un 60% tiene disponibilidad de las mismas.

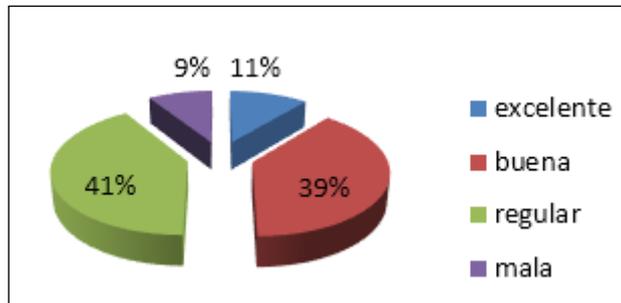
6.- ¿Cómo es su relación con sus compañeros de trabajo?

Tabla 12. Relación laboral.

Relación Compañeros	Personas
excelente	8
buena	27
regular	29
mala	6

Fuente: Autor

Figura 49. Relación laboral.



Fuente: Autor

Se refleja que un 41 % de los trabajadores tiene una relación laboral regular, el 39 % buena, el 11% excelente y un 9% tienen malas relaciones laborales con sus compañeros de trabajo.

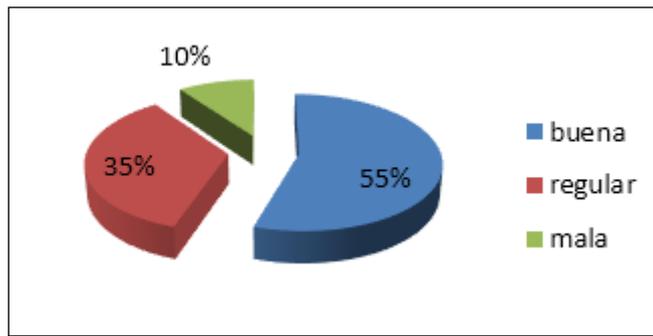
7.- La iluminación de su puesto de trabajo es:

Tabla 13. Iluminación en el puesto.

Iluminación	Personas
buena	39
regular	24
mala	7

Fuente: Autor

Figura 50. Iluminación en el puesto de trabajo.



Fuente: Autor

El estudio en cuanto a la iluminación refleja claramente que el 55% de los trabajadores la considera buena, un 35% regular y un 17% encuentran que la iluminación es mala.

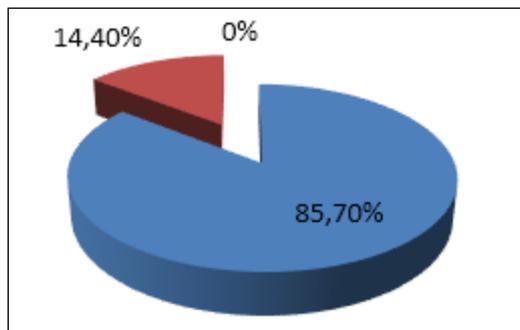
7.- El ruido en su puesto de trabajo es:

Tabla 14. Ruido en el puesto de trabajo.

Iluminación	Personas
Alto	60
Medio	10
Bajo	0

Fuente: Autor

Figura 51. Ruido en el puesto de trabajo.



Fuente: Autor

El resultado en cuanto al ruido refleja claramente que el 85,7% de los trabajadores la considera que el ruido es alto, un 10% medio y un 0% encuentran que el ruido es malo.

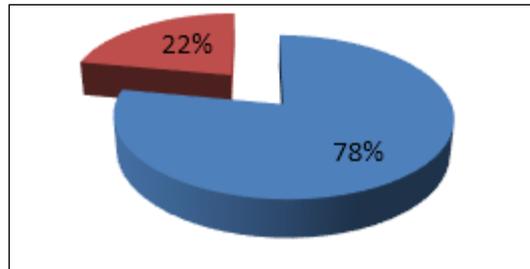
8.- El acondicionamiento cromático en su puesto de trabajo es:

Tabla 15. Acondicionamiento cromático

Iluminación	Personas
Bueno	55
Malo	15

Fuente: Autor

Figura 52. Acondicionamiento cromático.



Fuente: Autor

El resultado en cuanto al acondicionamiento cromático refleja claramente que el 78% de los trabajadores la considera que el acondicionamiento cromático es malo, un 22% bueno.

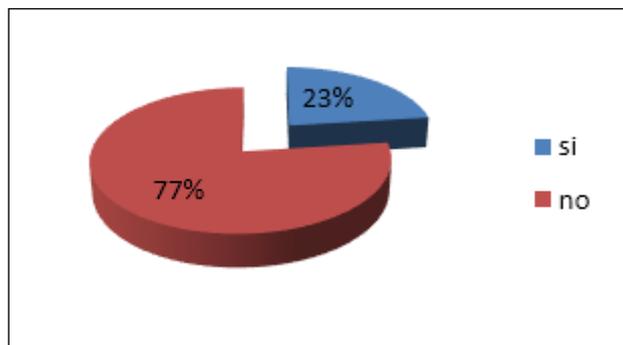
9.- ¿Su puesto de trabajo es cómodo o está acorde a sus necesidades?

Tabla 16. Comodidad en su puesto de trabajo

Puesto de Trabajo	Personas
si	23
no	47

Fuente: Autor

Figura 53. Comodidad en su puesto de trabajo.



Fuente: Autor

Se evidencia un alto porcentaje en la incomodidad del puesto de trabajo que es del 77%, frente a la comodidad que representa un 23%.

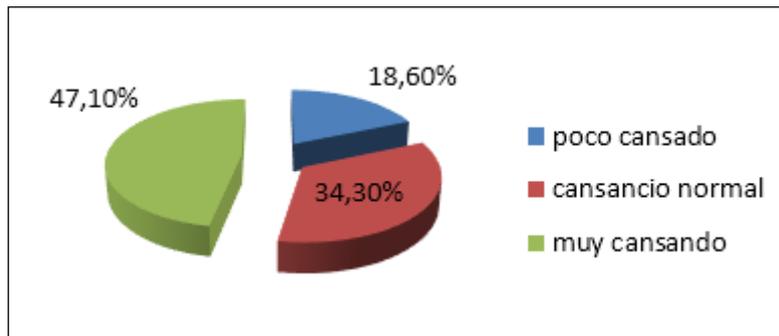
10.- Al finalizar la jornada de trabajo Ud. se encuentra:

Tabla 17. Esfuerzo en el trabajo.

Jornada de Trabajo	Personas
poco cansado	13
cansancio normal	24
muy cansando	33

Fuente: Autor

Figura 54. Esfuerzo en el puesto de trabajo.



Fuente: Autor

El estudio indica que el personal que termina su jornada en un 47,1% muy cansado, en un 34,3% cansancio normal34%, y el 18,6% finaliza la jornada con poco cansancio.

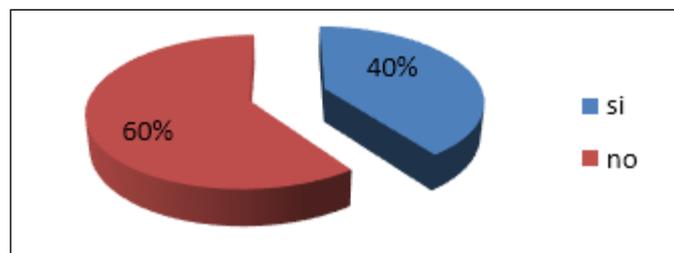
11.- ¿Cree Ud. q los implementos de seguridad industrial que se entrega como dotación están cumpliendo con la protección necesaria?

Tabla 18. Seguridad industrial

Seguridad Industrial	Personas
si	28
no	42

Fuente: Autor

Figura 55. Seguridad industrial.



Fuente: Autor

De acuerdo al estudio se refleja que un 60 % de los trabajadores se encuentran conformes con los equipos de protección, 40% se encuentra conforme con los equipos de protección.

3.4.8 *Análisis de las condiciones de trabajo en cada uno de los puestos de trabajo.*

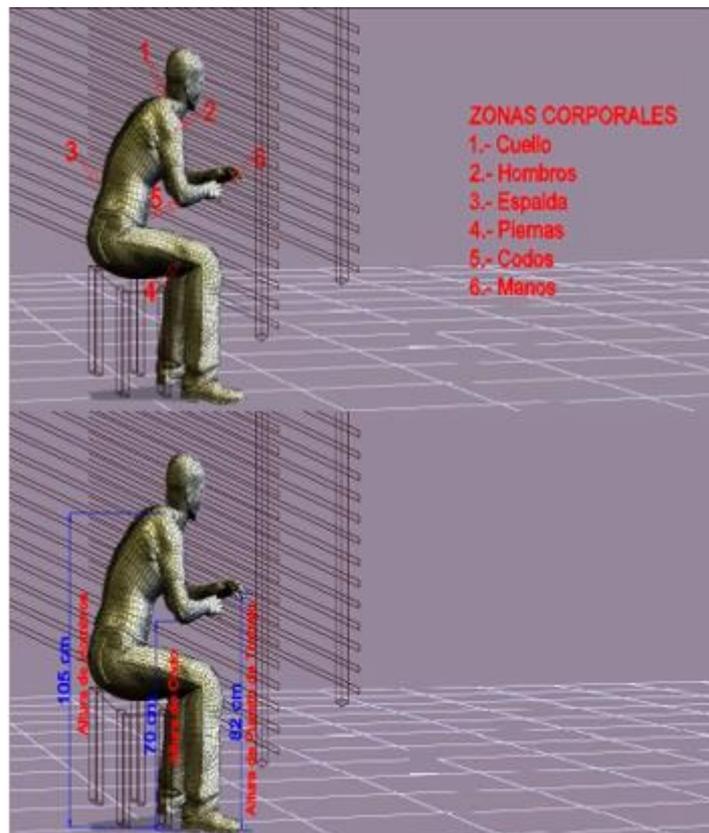
El análisis de cada puesto de trabajo nos ayudara a identificar los factores de riesgos ergonómicos existentes, ocasionados por las características del puesto de trabajo y las tareas que realizan los trabajadores.

En el área de anodizado de la empresa Cedal S.A existen tres puestos de trabajo en los cuales realizan sus actividades diariamente los operarios.

Puesto de trabajo de:

3.4.8.1 *Enrracador*

Figura 56. Enrracador.



Fuente: Autor

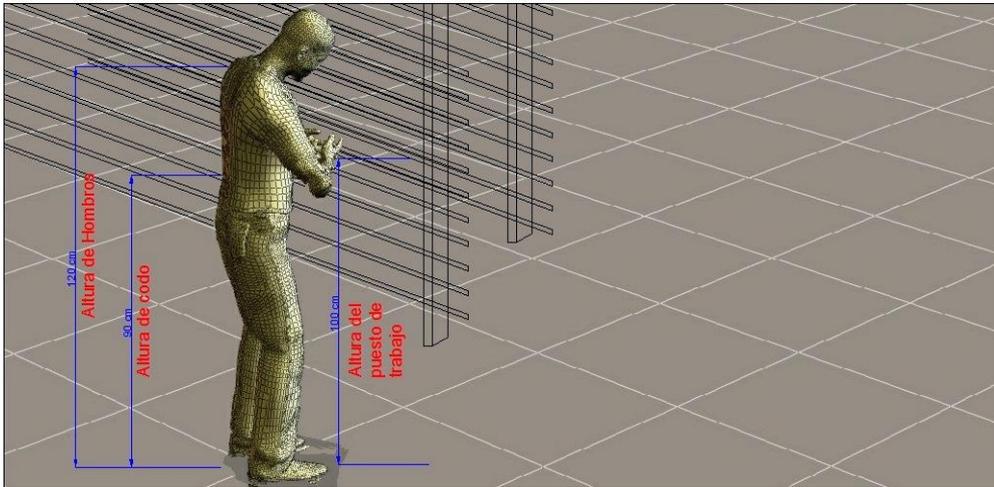
Tabla 19. Lesiones, síntomas, causas típicas.

LESIONES	SINTOMAS	CAUSAS TIPICAS
Bursitis: inflamación de la cavidad que existe entre la piel y el hueso o el hueso y el tendón. Se puede producir en la rodilla, el codo o el hombro.	Inflamación en el lugar de la lesión.	Arrodillarse, hacer presión sobre el codo o movimientos repetitivos de los hombros
Cuello u hombro tensos: inflamación del cuello y de los músculos y tendones de los hombros.	Dolor localizado en el cuello o en los hombros.	Tener que mantener una postura rígida.
Dedo engatillado: inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones de los dedos.	Incapacidad de mover libremente los dedos, con o sin dolor.	Movimientos repetitivos. Tener que agarrar objetos durante demasiado tiempo, con demasiada fuerza o con demasiada frecuencia.
Síndrome del túnel del carpo bilateral: presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca.	Hormigueo, dolor y entumecimiento del dedo gordo y de los demás dedos, sobre todo de noche.	Trabajo repetitivo con la muñeca encorvada. Utilización de instrumentos vibratorios. A veces va seguido de tenosinovitis (véase más abajo).
Osteoartritis: lesión de las articulaciones que provoca cicatrices en la articulación y que el hueso crezca en demasía.	Rigidez y dolor en la espina dorsal y el cuello y otras articulaciones.	Sobrecarga durante mucho tiempo de la espina dorsal y otras articulaciones.
Tendinitis: inflamación de la zona en que se unen el músculo y el tendón.	Dolor, inflamación, reblandecimiento y enrojecimiento de la mano, la muñeca y/o el antebrazo. Dificultad para utilizar la mano.	Movimientos repetitivos.

Fuente: Aprendamos de la ergonomía.

3.4.8.2 Desenrracador.

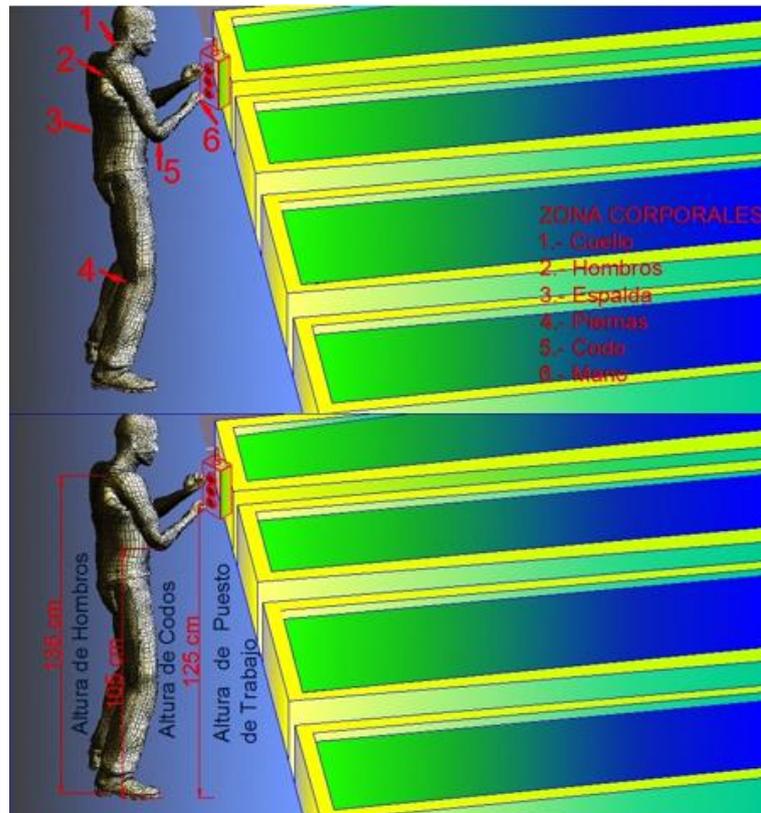
Figura 57. Desenrracador.



Fuente: Autor

3.4.8.3 Operador de grúa.

Figura 58. Operador de grúa.



Fuente: Autor

3.4.9 Dimensionamiento de los puestos de trabajo.

Para el dimensionamiento de los puestos de trabajos se tomó en cuenta todas las distancias y las medidas de cada uno de los puestos de trabajo como se indica en los diagramas (ver Anexo F).

3.4.10 Análisis de esfuerzos realizados por los operadores del área de anodizado de la empresa Cedal S.A mediante la utilización de un método de evaluación ergonómica.

3.4.10.1 Evaluación de esfuerzos y fatiga con el método actual de trabajo. Método utilizado: JSI (Job StrainIndex). - Que viene de sus siglas en inglés q significan índices de esfuerzos de trabajo.

Descripción de método. -JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. Así pues, se implican en la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. El método se basa en la medición de seis variables, que una vez valoradas, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el StrainIndex. Este último valor indica el riesgo de aparición de desórdenes en las extremidades superiores, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el índice. Las variables a medir por el evaluador son: *la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutral, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo.* (Ergonautas, 2012).

Las variables y puntuaciones empleadas se derivan de principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos. Tratan de valorar el esfuerzo físico que sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores supone el desarrollo de la tarea, así como el esfuerzo psíquico derivado de su realización. Las variables *intensidad del esfuerzo y postura mano-muñeca* tratan de valorar el esfuerzo físico, mientras que el resto miden la carga psicológica a través de la duración de la tarea y el tiempo de descanso. Las variables que miden el esfuerzo físico valoran tanto la intensidad del esfuerzo como la carga derivada a la realización del esfuerzo en posturas alejadas de la posición neutra del sistema mano-muñeca.

El método permite evaluar el riesgo de desarrollar desórdenes musculoesqueléticos en tareas en las que se usa intensamente el sistema mano-muñeca, por lo que es aplicable a gran cantidad de puestos de trabajo. Fue propuesto originalmente por Moore y Garg del Departamento de Medicina Preventiva del *Medical College* de Wisconsin, en Estados Unidos.

Tres de las seis variables del método son valoradas cuantitativamente, las otras tres son medidas subjetivamente basándose en las apreciaciones del evaluador y empleando escalas como la CR10 de Borg. En ocasiones esto es considerado como una limitación del método, a las que podrían sumarse que el procedimiento no considera vibraciones o golpes en el desarrollo de la tarea. No obstante, se trata de una de los métodos más extendidos y empleados para analizar los riesgos en las extremidades superiores.

Aplicación del método. - La aplicación del método comienza con la determinación de cada una de las tareas realizadas por el trabajador y la duración de los ciclos de trabajo. Conocidas las tareas que se evaluarán se observará cada una de ellas dando el valor adecuado a las seis variables que propone el método. Una vez valoradas se calcularán los factores multiplicadores de la ecuación para cada tarea mediante las tablas correspondientes. Conocido el valor de los factores se calculará el StrainIndex de cada tarea como el producto de los mismos.

El procedimiento de aplicación del método es, en resumen, el siguiente:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos
- Determinar las tareas que se evaluarán y el tiempo de observación necesario (generalmente se hace coincidir con el tiempo de ciclo).
- Observar cada tarea y dar un valor a cada una de las seis variables de acuerdo con las escalas propuestas por el método.
- Determinar el valor de los multiplicadores de la ecuación de acuerdo a los valores de cada variable.
- Obtener el valor del JSI y determinar la existencia de riesgos.
- Revisar las puntuaciones para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para disminuir el riesgo si es necesario.
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la tarea con el método JSI para comprobar la efectividad de la mejora.

A continuación, se muestra la forma de evaluar las diferentes variables, cómo calcular los multiplicadores y cómo obtener el StrainIndex:

Intensidad del esfuerzo. - Estimación cualitativa del esfuerzo necesario para realizar la tarea una vez. En función del esfuerzo percibido por el evaluador se asignará la valoración según la tabla.

Tabla 20. Intensidad del esfuerzo.

Intensidad del esfuerzo	%MS²	EB¹	Esfuerzo percibido	Valoración
Ligero	<10%	≤2	Escasamente perceptible, esfuerzo relajado	1
Un poco duro	10%-29%	3	Esfuerzo perceptible	2
Duro	30%-49%	4-5	Esfuerzo obvio; sin cambio en la expresión facial	3
Muy duro	50%-79%	6-7	Esfuerzo importante; cambios en la expresión facial	4
Cercano al máximo	≥80%	>7	Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas	5

Fuente: Autor

Duración del esfuerzo. - La duración del esfuerzo se calcula midiendo la duración de todos los esfuerzos realizados por el trabajador durante el periodo de observación (generalmente un ciclo de trabajo). Se debe calcular el porcentaje de duración del esfuerzo respecto al tiempo total de observación. Para ello se suma la duración de todos los esfuerzos y el valor obtenido se divide entre el tiempo total de observación. Finalmente se multiplica el resultado por 100.

Es necesario mantener la coherencia de las unidades de medida de tiempos. **% duración del esfuerzo = 100* duración de todos los esfuerzos/ tiempo de observación.**

Una vez calculado el porcentaje de duración se obtendrá la valoración correspondiente determinada en la Tabla 21.

Tabla 21. % de duración del esfuerzo.

% Duración del esfuerzo	Valoración
<10%	1
10%-29%	2
30%-49	3
50%-79%	4
80%-100%	5

Fuente: Autor

Esfuerzos por minuto. **Frecuencia de los esfuerzos.** - Los esfuerzos por minuto se calculan contando el número de esfuerzos que realiza el trabajador durante el tiempo de observación y dividiendo este valor por la duración del periodo de observación medido en minutos. Es frecuente que el tiempo de observación coincida con el tiempo de ciclo. **Esfuerzos por minuto = número de esfuerzos / tiempo de observación (minutos)**

Una vez calculados los esfuerzos por minuto se obtendrá la valoración correspondiente.

Postura mano-muñeca. **Estimación de la posición anatómica de la mano.** - Se evalúa la desviación de la muñeca respecto de la posición neutral, tanto en flexión-extensión como en desviación lateral. En función de la posición de la muñeca percibida por el evaluador se asignará la valoración según la Tabla 22.

Tabla 22. Esfuerzos por minuto

Esfuerzos por minuto	Valoración
<4	1
4-8	2
9-14	3
15-19	4
≥20	5

Fuente: Autor

Tabla 23. Postura mano-muñeca.

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral	3
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación extrema	5

Fuente: Autor

Velocidad de trabajo. - Estimación cualitativa de la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea. En función del ritmo de trabajo percibido por el evaluador se asignará la valoración (ver Tabla 23).

Duración de la tarea por día.

Tiempo de la jornada dedicado a la realización de la tarea. - Es el tiempo diario en horas que el trabajador dedica a la tarea específica analizada. La duración de la tarea por día puede ser medida directamente u obtener la información del personal implicado. Conocida la duración se obtendrá la valoración correspondiente mediante (ver Tabla 24).

Tabla 24. Velocidad de trabajo.

Ritmo de trabajo	Comparación con MTM-1¹	Velocidad percibida	Valoración
Muy lento	≤80%	Ritmo extremadamente relajado.	1
Lento	81%-90%	Ritmo lento	2
Regular	91%-100%	Velocidad de movimientos normal	3
Rápido	101%-115%	Ritmo impetuoso pero sostenible	4
Muy rápido	>115%	Ritmo impetuoso y prácticamente insostenible	5

Fuente: Autor.

Tabla 25. Duración de la tarea por día.

Duración de la tarea por día en horas	Valoración
<1	1
1 – 2	2
2 – 4	3
4 – 8	4
≤8	5

Fuente: Autor

Calculo de los factores multiplicadores. Una vez establecida la valoración de las 6 variables puede determinarse el valor de los factores multiplicadores (ver Tabla 25).

La ecuación es el producto de 6 factores calculados mediante la Tabla 25:

1. La intensidad del esfuerzo (IE).
2. La duración del esfuerzo (DE).
3. Los esfuerzos realizados por minuto (EM).
4. La postura mano/muñeca (HWP).
5. El ritmo de trabajo (SW).
6. La duración por día de la tarea (DD)

Tabla 26. Duración de la tarea por día.

Valoración	Intensidad del esfuerzo	Esfuerzos por minuto	% de Duración del esfuerzo	% Postura mano-muñeca	Velocidad de trabajo	Duración por día
1	0,5	1	1	0,5	0,25	1
2	1	1	3	1	0,5	1
3	1,5	1,5	6	1,5	0,75	1
4	2	2	9	2	1	1,5
5	3	3	13	3	1,5	2

Fuente: Autor

Cálculo del StrainIndex. El Job StrainIndex se calcula mediante la aplicación de la ecuación:

$$\mathbf{JSI = JE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD} \quad (4)$$

La valoración de la puntuación obtenida se realiza en base al siguiente criterio:

Valores de JSI inferiores o iguales a 3 indican que la tarea es probablemente segura.

Puntuaciones superiores o iguales a 7 indican que la tarea es probablemente peligrosa. En general, puntuaciones superiores a 5 están asociadas a desórdenes músculo esqueléticos de las extremidades superiores.

3.4.10.2 *Situación actual para estudio de esfuerzos en el puesto de trabajo conflictivo.*

Datos del estudio.

Tabla 27. Datos del puesto de trabajo.

Datos del puesto de trabajo	
Identificador del puesto	Enrracado
Descripción	Enrracado de perfiles de aluminio
Empresa	Cedal S.A.
Departamento	Acabados
Sección	Anodizado

Fuente: Autor

Datos de evaluación.

Tabla 28. Datos del de evaluación.

Datos de evaluación	
Empresa evaluadora	
Evaluador	Fabricio Altamirano
Fecha de evaluación	03/06/2012

Fuente: Autor

Datos del trabajador.

Tabla 29. Datos del trabajador.

Datos del trabajador	
Nombre del trabajador	Santos Luis
Sexo	Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Mujer
Edad	34
Antigüedad del puesto	5 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	7 horas

Fuente: Autor

Introducir datos solicitados sobre el puesto evaluado

Intensidad del esfuerzo

Tabla 30. Intensidad de esfuerzo.

Realice una estimación de la fuerza necesaria para realizar esta tarea	
Ligero Un poco duro Duro Muy duro Cercano a lo máximo	

Fuente: Autor

Velocidad de trabajo

Tabla 31. Velocidad de trabajo.

Realice una estimación de la velocidad con la q desempeña su tarea el trabajador	
Muy lento Lento Regular Rápido Muy Rápido	

Fuente: Autor

Postura mano/muñeca.

Tabla 32. Postura mano muñeca.

Realice una estimación del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutro trabajador	
Muy buena Buena Regular Mala Muy mala	

Fuente: Autor

Duración de la tarea por día.

Tabla 33. Duración de la tarea por día.

Indique el tiempo diario que le trabajador dedica a la tarea específica analizada	
< 1 hora ≥ 1 y <2 horas ≥ 2 y <4 horas ≥ 4 y <8 horas ≥ 8 horas	

Fuente: Autor

Indique en la siguiente tabla el tiempo de observación de la tarea, y la duración y el número de los esfuerzos apreciados:

Tiempo de observación.

Tabla 34. Tiempo de observación.

Indique el tiempo total de observación de la tarea	
2 horas	

Fuente: Autor

Duración de los esfuerzos.

Tabla 35. Duración.

Introduzca la duración acumulada de todos los esfuerzos percibidos durante la observación	
1.5 horas	

Fuente: Autor

Número de esfuerzos.

Tabla 36. Numero de esfuerzos.

Introduzca el número de esfuerzos totales durante la observación	
50 esfuerzos	

Fuente: Autor

Resultados del estudio

El JSI de la tarea es: 13,5

Figura 59. Índice JSI



Fuente: Autor

El JSI es superior o igual a 7. La tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador.

Recomendaciones:

- ✓ Es conveniente disminuir la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea.
- ✓ Es conveniente disminuir la duración de los esfuerzos realizados por el trabajador.

Tabla 37. Valores de factores de la ecuación.

Valor de los factores de la ecuación	$JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$
IE: Intensidad del esfuerzo	
IE = 6	
SW: Velocidad de trabajo	
SW = 1,5	
HWP: Postura mano/muñeca	
HWP = 1,5	
DD: Duración de la tarea por día	
DD = 1	
DE: Duración del esfuerzo	
DE = 2	
EM: Esfuerzos por minuto	
EM= 0,5	

Fuente: Autor

Tabla 38. Tiempos y esfuerzos

Tiempos y esfuerzos	Porcentaje de duración de los esfuerzos
Tiempo de observación (minutos)	
120	
Duración de los esfuerzos (minutos)	
90	
Número de esfuerzos percibidos	
50	
Número de esfuerzos medio por minuto	
0,42	

Fuente: Autor.

3.4.11 Distribución actual del área de acabados de la empresa Cedal S.A (ver Anexo G)

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ANODIZADO

4.1 Método propuesto de trabajo

De acuerdo a la capacidad instalada de la planta, los recursos con los que cuenta la empresa se proponen los siguientes métodos de trabajo con las modificaciones propuestas en los diagramas.

Como primera acción a tomar será, coordinar con el departamento de control de producción para que las órdenes de producción lleguen a tiempo al lugar de trabajo y así evitar retrasos y paros intempestivos por falta de órdenes de trabajo.

- a. Establecer buenas costumbres de trabajo con los operarios y supervisores, mediante charlas de motivación, nuevos métodos de trabajo y condiciones de trabajo.
- b. Implementación de hojas de procesos e indicaciones puntuales del método a aplicar con los respectivos tiempos.
- c. Designación de las tareas puntuales a los operarios para así evitar retrasos y demoras en los procesos de producción.
- d. Además, se recomienda la adquisición de pizas con accionamiento neumático para la sujeción de los perfiles de aluminio y disminuir los esfuerzos físicos q se realizan en esta operación.

Figura 60. Pinzas.



Fuente: <http://gazzanieng.com/mec/site/>

- e. La adquisición de pistolas neumática para el accionamiento de las pinzas.

- f. Una de las medidas a tomar para aumentar la productividad y reducir los tiempos muertos de producción, es suprimir aquellas tareas manuales realizadas por los operarios al momento de transportar la materia prima. El rediseño de la operación se centra en el cambio de los métodos de transporte de material, ya que al momento de realizar esta tarea el operario realiza un exceso de esfuerzo físico. Para lo cual se propone la adquisición de un transportador de carga el reducirá el esfuerzo físico realizado por los operarios.

Figura 61. Pistola neumática.



Fuente: <http://gazzanieng.com/mec/site/>

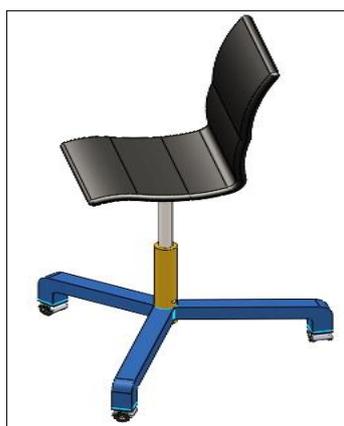
Figura 62. Montacargas.



Fuente: TCM motors catálogo.

- g. Realizar pruebas para así poder comprobar el nuevo método y en un futuro no tener fallas y seguir familiarizando al personal con los nuevos métodos.
- h. Para la comodidad de los trabajadores y acondicionamiento ergonómico se recomienda la adquisición de sillas ergonómicas con elevación neumática para así reducir los esfuerzos físicos de los trabajadores y evitar a futuro enfermedades por malas posturas.

Figura 63. Silla ergonómica.



Fuente: Autor

4.1.1 Diagrama de flujo de operaciones.

4.1.1.1 Perfiles de aluminio acabado 02.

4.1.1.2 Análisis de los resultados propuestos. (ver Anexo H).

Para el análisis de los resultados se tomarán en cuenta las tablas de resumen de los tiempos y distancia de los diferentes diagramas de flujo de procesos (ver Tabla 38).

Tabla 39. Resumen de tiempos y distancias diagrama de flujo de procesos propuesto.

RESUMEN DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PEFILES DE ALUMINIO				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO(min)
Operación		52		113,96
Transporte		22	105,05	10,65
Inspección		7		6,69
Demora		0		0
Almacenaje		1		
TOTALES		89	105,05	131,3

Fuente: Autor

Para poder observar los diagramas flujo de procesos y sus resultados de perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12 (ver Anexo I).

4.1.2 Diagrama de proceso.

Los diagramas de análisis de proceso propuesto muestran un mejor orden de las fases que atraviesa los materiales, simplifica, combina actividades y elimina esperas innecesarias de los materiales. Como se muestra a continuación en diagrama.

4.1.2.1 Análisis de los resultados propuesto. Para el análisis de los resultados se tomarán en cuenta las tablas de resumen de los tiempos y distancia de los diferentes diagramas de procesos.

4.1.2.1.1 Perfiles de aluminio acabado 02 sin la implementación de una silla ergonómica (ver Anexo J).

Tabla 40. Resumen de tiempos y distancias diagrama de procesos propuesto

RESUMEN DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PEFILES DE ALUMINIO				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO(min)
Operación		52		116,46
Transporte		22	105,05	10,65
Inspección		7		6,69
Demora		0		0
Almacenaje		1		
TOTALES		89	105,05	133,8

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla existen un total de 89 actividades realizadas con un total de 105,55 m recorridos, y un tiempo total de 133,8 min.

Dándonos como resultado un total de 31 toneladas por turno producidas con un total de 119 cargas de perfiles de aluminio acabado 02 con un promedio de 300 kg cada una.

Para poder observar los diagramas de procesos y sus resultados de perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12 (ver Anexo K).

4.1.2.1.2 *Perfiles de aluminio acabado 02 con la implementación de una silla ergonómica* (ver Anexo L).

Tabla 41. Resumen de tiempos y distancias diagrama de procesos propuesto.

RESUMEN DE TIEMPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PEFILES DE ALUMINIO				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO(min)
Operación		52		113,96
Transporte		22	105,05	10,65
Inspección		7		6,69
Demora		0		0
Almacenaje		1		
TOTALES		89	105,05	131,3

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla existen un total de 89 actividades realizadas con un total de 105,55 m recorridos, y un tiempo total de 131,3 min.

Dándonos como resultado un total de 32 toneladas por turno producidas con un total de 123 cargas de perfiles de aluminio acabado 02 con un promedio de 300 kg cada una.

Para poder observar los diagramas de procesos y sus resultados de perfiles de aluminio acabado 03, 04, 05, 06, 12 (ver Anexo M).

4.1.3. *Diagrama de recorrido.*

Los diagramas de recorrido muestran una visión mejor del proceso propuesto, la reducción de distancias y la organización de los puestos de trabajo de forma gráfica (ver Anexo N).

4.2 Estudio de tiempos propuestos.

4.2.1 Hojas de observación.

Tabla 42. Hojas de observación.

HOJAS DE OBSERVACIÓN																	
HOJA:						FECHA: 2012-02-17											
OPERACIÓN: Enrrake						OPERACIÓN:											
NOMBRE PIEZA: Perfiles de Aluminio						PIEZA No:											
NOMBRE DE LA MÁQUINA:																	
NOMBRE Y DEL OPERARIO:						HOMBRE				x				MUJER			
EXPERIENCIA EN LA TAREA:						MATERIAL:											
SUPERVISOR:						DEPARTAMENTO:											
INICIO:		FIN:		TIEM. TRANS:		UNID TERMINADAS:			No. DE MÁQ ATENDIDAS:								
ELEMENTOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
TRANSPORTE SIN CARGA	T	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30				
	L	0:30	13:05	25:41	38:17	51:10	1:03:46	1:16:27	1:29:32	1:41:58	1:54:34	2:07:10	2:19:46				
TOMAR SEPARADORES	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	L	0:31	13:06	25:42	38:18	51:11	1:03:47	1:16:28	1:29:33	1:41:59	1:54:35	2:07:11	2:19:47				
TRANSPORTAR SEPARADORES	T	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35				
	L	1:05	13:41	26:17	38:53	51:46	1:04:27	1:17:03	1:30:08	1:42:34	1:55:10	2:07:46	2:20:22				
ARMADO DE RACK	T	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150				
	L	3:35	16:11	28:47	41:23	54:16	1:06:57	1:20:02	1:32:38	1:45:04	1:57:40	2:10:16	2:22:52				
CONFORMACIÓN DE CARGAS	T	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540				
	L	12:35	25:11	37:47	50:40	1:03:16	1:15:57	1:29:02	1:41:28	1:54:04	2:06:40	2:19:16	2:31:52				

Tabla 42. Continuación															
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	ΣT	T_m
TRANSPORTE SIN CARGA	T	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	720	30
	L	2:32:22	2:44:53	2:57:24	3:09:55	3:22:26	3:34:57	3:47:28	3:58:59	4:11:30	4:24:01	4:36:32	4:49:04		
TOMAR SEPARADORES	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1
	L	2:32:23	2:44:54	2:57:25	3:09:56	3:22:27	3:34:58	3:47:29	3:59:00	4:11:31	4:24:02	4:36:33	4:49:05		
TRANSPORTAR SEPARADORES	T	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	720	30
	L	2:32:53	2:45:24	2:57:55	3:10:26	3:22:57	3:35:28	3:47:59	3:59:30	4:12:01	4:24:32	4:37:03	4:49:35		
ARMADO DE RACK	T	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	3600	150
	L	2:35:23	2:47:54	3:00:25	3:12:56	3:25:27	3:37:58	3:49:29	4:02:00	4:14:31	4:27:02	4:39:03	4:52:05		
CONFORMACIÓN DE CARGAS	T	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	12960	540
	L	2:44:23	2:56:54	3:09:25	3:21:56	3:34:27	3:46:58	3:58:29	4:11:00	4:23:31	4:36:02	4:48:03	5:01:05		
														18024	751

Fuente: Autor

$$\begin{aligned}
 T_1 &= 30 \text{ seg} \Rightarrow 0,5 \text{ min} \\
 T_2 &= 1 \text{ seg} \Rightarrow 0,017 \text{ min} \\
 T_3 &= 30 \text{ seg} \Rightarrow 0,5 \text{ min} \\
 T_4 &= 150 \text{ seg} \Rightarrow 2,5 \text{ min} \\
 T_5 &= 540 \text{ seg} \Rightarrow 9 \text{ min}
 \end{aligned}$$

$$T_T = 751 \text{ seg} \Rightarrow 12,52 \text{ min}$$

4.2.2 Determinación del tiempo tipo.

4.2.2.1 Suplementos a tomar para el método propuesto.

Tabla 43. Suplementos.

Suplementos		
Tolerancia	Porcentaje	Observaciones
Por necesidades básicas	2	Toda persona tiene necesidades personales, la tabla III recomienda 5%, pero se considera 2% porque el operario tiene receso al medio día.
Por retrasos	2	En ocasiones ocurre que el material destinado a su utilización no se encuentra disponible como se prevé, para considerar el valor estimado se debe tener una cuidadosa planificación en la adquisición de materiales y materia prima, así como de la maquinaria.
Total	4	

Fuente: Autor

$$T \text{ normal} = T \text{ medio} \times F \text{ valoración}$$

$$T \text{ normal} = 751 \text{ seg} \times 1$$

$$T \text{ normal} = 751 \text{ seg}$$

$$T \text{ tipo} = T \text{ normal} + (\% S \times T \text{ normal}) \text{ Suplementos}$$

$$T \text{ tipo} = 751 \text{ seg} + \%4 T_{\text{noemal}}$$

$$T \text{ tipo} = 781 \text{ seg} \Rightarrow 13 \text{ min}$$

4.3 Condiciones propuestas de trabajo

En base al estudio realizado y a las condiciones actuales de trabajo se recomienda realizar las siguientes adecuaciones:

- La implementación de una buena iluminación, principalmente en los turnos de la tarde y noche ya que ayudaría notablemente a mejorar las condiciones de trabajo; además se sugiere realizar un mejor acondicionamiento cromático, en toda el área para así mejor la visualización de cada puesto de trabajo.

- Se sugiera a la empresa el cambio continuo de implemento de seguridad ya q el ambiente de trabajo es altamente peligroso y contaminante y así podríamos mejorar la calidad de trabajo y evitar enfermedades laborales a futuro.
- Sería prudente la instalación de extractores de humos y vapores en el techo ya q así podríamos evitar la acumulación de humos y vapores creando así un mejor ambiente de trabajo.

4.3.1 *Análisis ergonómico de los puestos y condiciones de trabajo.*

Para analizar los puestos de trabajo se considera al ser humano como factor principal, por eso se recomienda tomar las siguientes acciones:

- Proveer de oportunidades para el desarrollo y adquisición de nuevas habilidades con respecto a las tareas.
- Evitar la sobre carga como falta de actividad del trabajador, lo cual con lleva a la sobre carga innecesaria o excesiva, fatiga o errores.
- Evitar las tareas repetitivas lo cual con lleva a generar desequilibrio en la tensión laboral o desordenes físico, así como la monotonía y el aburrimiento.
- Se recomienda la implementación de sillas ergonómicas con elevación neumática para la sección de enrake para así poder evitar la sobre fatiga y esfuerzos innecesarios, con el fin de incrementar la producción y tener un puesto de trabajo más cómodo.

Calculo para hallar el cilindro necesario para levantar el peso de una persona para instalar en el diseño de una silla ergonomía.

Datos:

Peso de una persona \Rightarrow 75 kg

Presión \Rightarrow 5 bar

Frecuencia del cilindro \Rightarrow 10 ciclos por minuto

Carrera \Rightarrow 1000 mm

Primero hallamos la fuerza necesaria:

En este caso no tenemos en cuenta las fuerzas de rozamiento.

Fuerza necesaria = Fuerza del peso + Fuerza de aceleracion

$$\text{Peso} = m \times g \Rightarrow 80 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow 784,8 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza de aceleración} = m \times a \Rightarrow 80\text{kg} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow 800 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza necesaria} = 784,8 \text{ N} + 800 \text{ N} \Rightarrow 1585,8 \text{ N}$$

Hallamos el área que correspondería al cilindro:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{1584,8 \text{ N}}{50 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \Rightarrow 31,7 \text{ m}^2$$

Hallamos el diámetro teórico del cilindro.

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times 31,7 \text{ cm}^2}{\pi}} \Rightarrow 6,35 \text{ cm}$$

Vamos a un catálogo de cilindros y seleccionamos el que más se aproxime por exceso, en este caso Diámetro de 65 mm

4.3.2 Evaluación de esfuerzos y fatiga con el método propuesto de trabajo

Datos del estudio

Tabla 44. Datos de estudio.

Datos del puesto de trabajo	
Identificador del puesto	Enrracado
Descripción	Enrracado de perfiles de aluminio
Empresa	Cedal S. A
Departamento	Acabados
Sección	Anodizado

Fuente: Autor

Datos de evaluación

Tabla 45. Datos de evaluación

Datos de evaluación	
Empresa evaluadora	
Evaluador	Fabricio Altamirano
Fecha de evaluación	03/06/2012

Fuente: Autor

Datos del trabajador

Tabla 46. Datos del trabajador.

Datos del trabajador	
Nombre del trabajador	Santos Luis
Sexo	Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>
Edad	34
Antigüedad del puesto	5 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	7 horas
Duración de la jornada laboral	8 horas

Fuente: Autor

Introducir datos solicitados sobre el puesto evaluado

Intensidad del esfuerzo

Tabla 47. Intensidad de esfuerzo.

Realice una estimación de la fuerza necesaria para realizar esta tarea	
Ligero Un poco duro Duro Muy duro Cercano a lo máximo	

Fuente: Autor

Velocidad de trabajo

Tabla 48. Velocidad de trabajo.

Realice una estimación de la velocidad con la q desempeña su tarea el trabajador	
Muy lento Lento Regular Rápido Muy Rápido	

Fuente: Autor

Postura mano/muñeca

Tabla 49. Postura mano muñeca.

Realice una estimación del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutral del trabajador	
Muy buena Buena Regular Mala Muy mala	

Fuente: Autor

Duración de la tarea por día

Tabla 50. Duración de tarea por día.

Indique el tiempo diario que le trabajador dedica a la tarea específica analizada	
< 1 hora ≥1 y <2 horas ≥2 y <4 horas ≥4 y <8 horas ≥8 horas	

Fuente: Autor

Indique en la siguiente tabla el tiempo de observación de la tarea, y la duración y el número de los esfuerzos apreciados:

Tiempo de observación

Tabla 51. Tiempo de observación.

Indique el tiempo total de observación de la tarea	
2 horas	

Fuente: Autor

Duración de los esfuerzos

Tabla 52. Duración de esfuerzos.

Introduzca la duración acumulada de todos los esfuerzos percibidos durante la observación	
20 minutos	

Fuente: Autor

Número de esfuerzos

Tabla 53. Numero de observaciones.

Introduzca el número de esfuerzos totales durante la observación	
10 esfuerzos	

Fuente: Autor

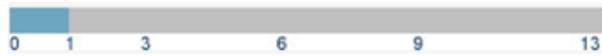
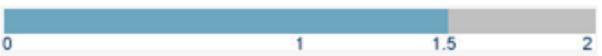
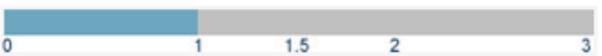
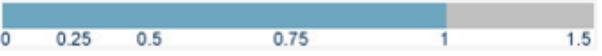
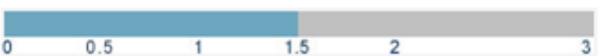
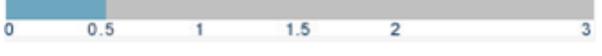
Resultados del estudio. -

El JSI de la tarea es: 0,75, el JSI es menor o igual a 3, por lo que probablemente la tarea es segura.

Recomendaciones:

- ✓ Es conveniente disminuir la velocidad con la que el trabajador realiza la tarea.

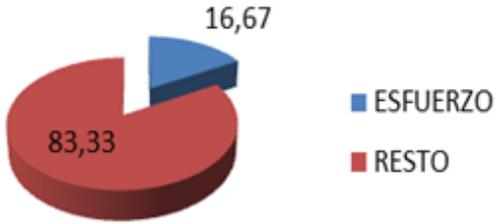
Tabla 54. Resultado del estudio.

Valor de los factores de la ecuación	$JSI = IE \cdot SW \cdot HWP \cdot DD \cdot DE \cdot EM$
IE: Intensidad del esfuerzo	
IE = 1	
SW: Velocidad de trabajo	
SW = 1,5	
HWP: Postura ano/muñeca	
HWP = 1	
DD: Duración de la tarea por día	
DD = 1	
DE: Duración del esfuerzo	
DE = 1	
EM: Esfuerzos por minuto	
EM= 0,5	

Fuente: Autor

Como resultado de la aplicación de los métodos de trabajo se ha logrado disminuir los esfuerzos realizados por los operadores como se muestra en la aplicación del método de evaluación ergonómica JSI.

Tabla 55. Porcentaje de duración de esfuerzos.

Tiempos y esfuerzos	Porcentaje de duración de los esfuerzos
Tiempo de observación (minutos)	 <p>■ ESFUERZO ■ RESTO</p>
120	
Duración de los esfuerzos (minutos)	
20	
Número de esfuerzos Percibidos	
10	
Número de esfuerzos medio por minuto	
0,08	

Fuente: Autor

4.3.3 Distribución ergonómica propuesta de los puestos de trabajo.

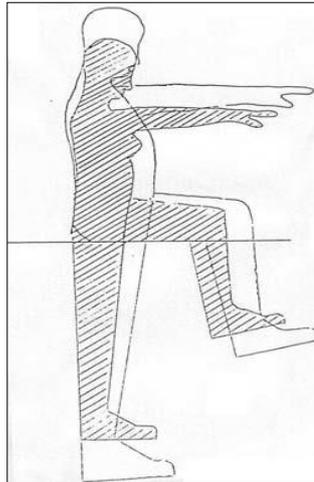
Hallamos el valor de la media aritmética de la altura de los operarios resultando un valor igual a 1,65 m comprendida entre las estaturas de 1,60 hasta 1,70, dimensionamiento del cuerpo humano de acuerdo a su estatura (ver tabla 56). Como la altura de los operarios es variable, es recomendable estructurar la altura de trabajo, según los valores promedio (ver Figura 64).

Tabla 56. Dimensiones del cuerpo humano.

DIMENSIONES DEL CUERPO HUMANO			
Estatura	160 (cm)	165 (cm)	170 (cm)
Altura a los ojos	148	154,96	157,71
Altura al hombro	129,6	136,07	138,85
Altura al codo	100,18	105,1	107,19
Altura a los nudillos	68,81	74,62	74,36
Altura sentados	84,12	88,29	90
Altura a los ojos sentados	72,24	75,85	77,64
Altura a los muslos	11,34	13,27	14,51
Altura a las rodillas sentado	48,37	51,32	52,75
Distancia espalda rodillas sentado	55,44	58,7	60,27
Ancho codo a codo	33,71	38,14	40,67
Ancho cadera sentada	33,39	36,75	38,55
Altura poplitea	38	40,7	42,15

Fuente: Autor

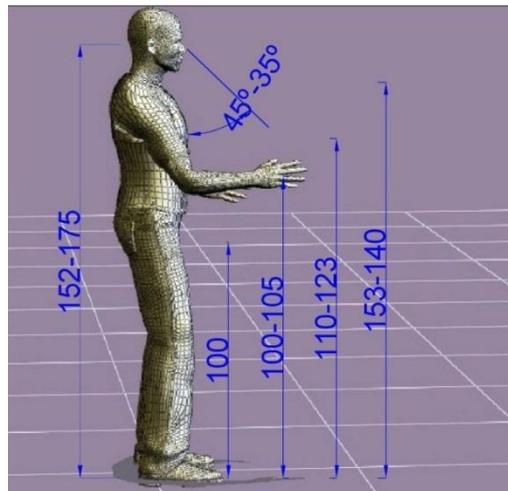
Figura 64. Posición de trabajo.



Fuente: Autor

En la figura. Se muestra los valores índices para la posición de trabajo de pie, ya que todas las tareas realizadas en el área de anodizado se las realiza de pie.

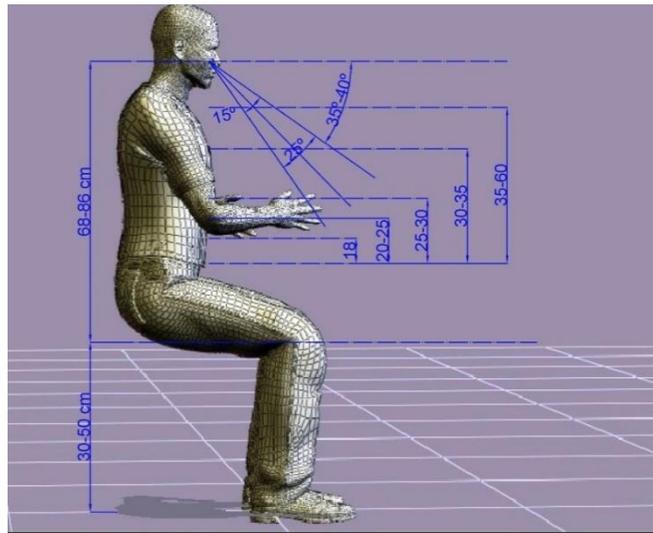
Figura 65. Altura de trabajo en posición de pie, dada en cm.



Fuente: Autor

La figura es el nomograma de determinación de altura de la superficie de trabajo en función de la altura de la persona que realiza las tareas de pie.

Figura 66. Altura de trabajo en posición sentada, dada en cm



Fuente: Autor

La figura es el nomograma de determinación de altura de la superficie de trabajo en función de la altura de la persona que realiza las tareas en posición sentada.

4.3.4 Dimensionamiento propuesto de los puestos de trabajo del área de anodizado de la empresa Cedal S.A (ver Anexo O).

4.3.5 Distribución propuesta final del área de acabados (ver Anexo O).

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO-PRODUCTIVO COMPARATIVO

5.1 Análisis de productividad

La productividad es la relación que existe entre la producción obtenida en un determinado período de tiempo y los factores utilizados para su obtención.

La productividad está relacionada con la eficiencia técnica y económica de la empresa. Cuando existen varias combinaciones de factores para fabricar un mismo producto la elección depende del precio de los factores de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Nº de Horas Hombre Trabajadas}} \quad (5)$$

5.2 Análisis de productividad actual

Con base en los datos obtenidos de los tiempos de elaboración de perfiles de aluminio, obtenidos del diagrama de Análisis del Proceso actual y el número de personal empleado para su elaboración se calcula la productividad actual.

5.2.1 *Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m²*

$$\text{Productividad Física} = \frac{25 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,1488 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 148,8 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.2 *Perfiles de aluminio acabado 03 para una carga de 100 m²*

$$\text{Productividad Física} = \frac{23 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,137 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 137 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.3 Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{23 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,137 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 137 \text{ tol/horas hombre}$$

5.2.4 Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{23 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,137 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 137 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.5 Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{24 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,143 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 143 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.6 Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{24 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,143 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 143 \text{ kg/horas hombre}$$

5.3 Análisis de productividad con la propuesta sin la implementación de una silla ergonómica

Con base en los datos obtenidos de los tiempos de elaboración de perfiles de aluminio, obtenidos del diagrama de Análisis del Proceso actual y el número de personal empleado para su elaboración se calcula la productividad actual sin la implementación de la silla ergonómica.

5.3.1 Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{31 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,185 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 185 \text{ kg/horas hombre}$$

5.3.2 Perfiles de aluminio acabado 03 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{29 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,173 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 173 \text{ kg/horas hombre}$$

5.3.3 Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

$$\text{Productividad Física} = 0,179 \text{ tol/horas hombre}$$

$$\text{Productividad Física} = 179 \text{ kg/horas hombre}$$

5.3.4 Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{29 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,173 tol/horas hombre

Productividad Física = 173 kg/horas hombre

5.3.5 Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,179 tol/horas hombre

Productividad Física = 179 kg/horas hombre

5.3.6 Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,179 tol/horas hombre

Productividad Física = 179 kg/horas hombre

5.4 Análisis de producción con la propuesta con la implementación de una silla ergonómica

Con base en los datos obtenidos de los tiempos de elaboración de perfiles de aluminio, obtenidos del diagrama de análisis del proceso actual y el número de personal empleado para su elaboración se calcula la productividad actual.

5.4.1 Perfiles de aluminio acabado 02 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{32 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,190 tol/horas hombre

Productividad Física = 190 kg/horas hombre

5.4.2 Perfiles de aluminio acabado 03 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,180 tol/horas hombre

Productividad Física = 180 kg/horas hombre

5.4.3 Perfiles de aluminio acabado 04 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,180 tol/horas hombre

Productividad Física = 180 kg/horas hombre

5.4.4 Perfiles de aluminio acabado 05 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{30 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,180 tol/horas hombre

Productividad Física = 180 kg/horas hombre

5.4.5 Perfiles de aluminio acabado 06 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{31 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,185 tol/horas hombre

Productividad Física = 185 kg/horas hombre

5.4.6 Perfiles de aluminio acabado 12 para una carga de 100 m²

$$\text{Productividad Física} = \frac{31 \text{ tonela de perfiles de aluminio anodizados}}{8 \text{ horas} \times 21 \text{ hombres}}$$

Productividad Física = 0,185 tol/horas hombre

Productividad Física = 185 kg/horas hombre

5.5 Resultados de los indicadores de productividad

5.5.1 Resultados de los indicadores de productividad sin la implementación de la silla ergonómica

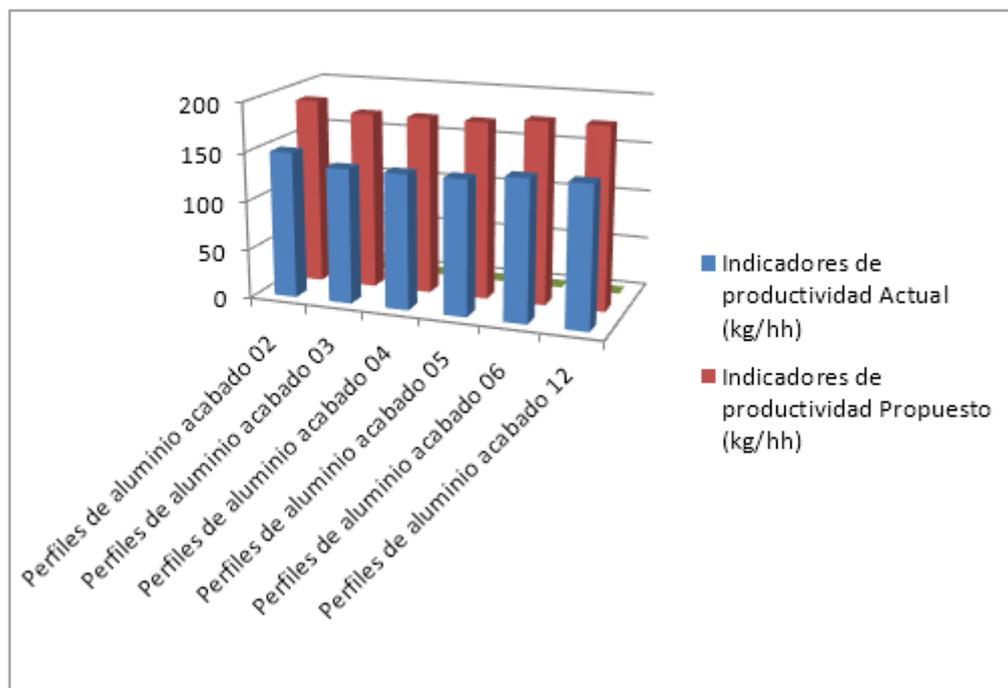
Mediante la siguiente tabla podremos observar una comparación entre los indicadores de productividad actual vs la propuesta con la implementación de la silla ergonómica.

Tabla 57. Indicadores de productividad.

Producto	Indicadores de productividad		
	Actual (kg/hh)	Propuesto (kg/hh)	Incremento
Perfiles de aluminio acabado 02	148,8	185	19%
Perfiles de aluminio acabado 03	137	173	20%
Perfiles de aluminio acabado 04	137	173	20%
Perfiles de aluminio acabado 05	137	173	20%
Perfiles de aluminio acabado 06	143	179	20%
Perfiles de aluminio acabado 12	143	179	20%

Fuente: Autor

Figura 67. Indicadores de productividad



Fuente: Autor

Como se puede observar la figura tenemos un incremento de la productividad para perfiles de acabado 02 con un incremento de 21% de productividad, para acabados 03 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 04 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 05 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 06 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 12 un incremento de 23 %,

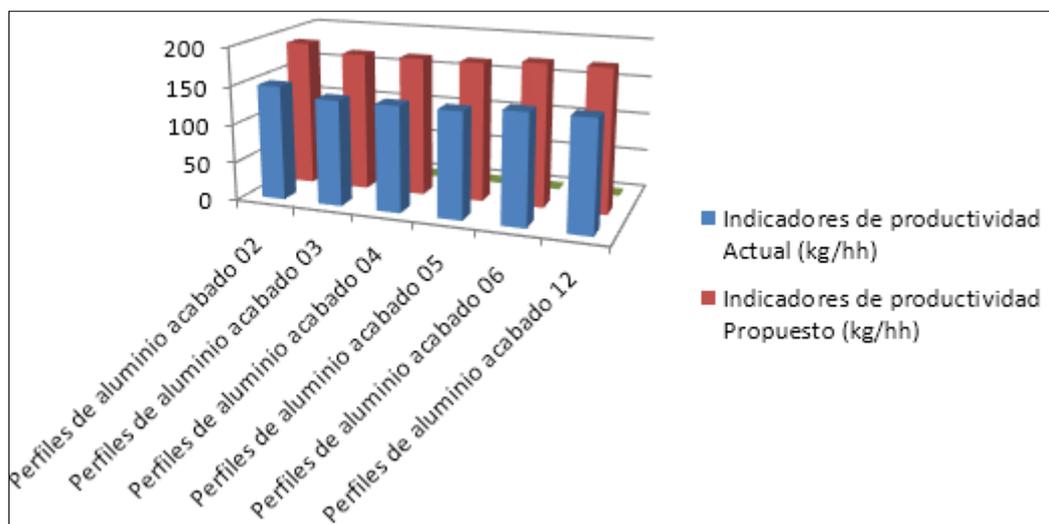
5.5.2 Resultados de los indicadores de productividad con la implementación de una silla ergonómica. Mediante la siguiente tabla podremos observar una comparación entre los indicadores de productividad actual vs la propuesta con la implementación de la silla ergonómica.

Tabla 58. Indicadores de productividad.

Producto	Indicadores de productividad		
	Actual (kg/hh)	Propuesto (kg/hh)	Incremento
Perfiles de aluminio acabado 02	148,8	190	21%
Perfiles de aluminio acabado 03	137	180	23%
Perfiles de aluminio acabado 04	137	180	23%
Perfiles de aluminio acabado 05	137	180	23%
Perfiles de aluminio acabado 06	143	185	23%
Perfiles de aluminio acabado 12	143	185	23%

Fuente: Autor

Figura 68. Indicadores de productividad.



Fuente: Autor

Como se puede observar la figura tenemos un incremento de la productividad para perfiles de acabado 02 con un incremento de 21% de productividad, para acabados 03 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 04 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 05 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 06 un incremento de 23 %, para perfiles con acabado 12 un incremento de 23 %,

5.6 Resultados de los indicadores de productividad con la implementación de una silla ergonómica vs la implementación de una silla ergonómica

Tabla 59. Indicadores de productividad.

Producto	Indicadores de productividad		
	Sin la silla	Con la silla	Incremento
Perfiles de aluminio acabado 02	185	190	3%
Perfiles de aluminio acabado 03	173	180	4%
Perfiles de aluminio acabado 04	173	180	4%
Perfiles de aluminio acabado 05	173	180	4%
Perfiles de aluminio acabado 06	179	185	3%
Perfiles de aluminio acabado 12	179	185	3%

Fuente: Autor

5.7 Inversiones

Para la ejecución de esta propuesta será necesaria la adquisición de equipos y accesorios los cuales serán necesarios para el cumplimiento de dichas propuestas, tales como:

- Montacargas.
- Pinzas de sujeción con accionamiento neumático.
- Pistolas neumáticas para accionamiento de pinzas.
- Reubicación de espacio de almacenamiento de separadores utilizados en el proceso de producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad para el personal de producción, así como la capacitación debida.
- Capacitaciones en los nuevos métodos de trabajo.
- Silla ergonómica.

5.7.1 *Inversión total*

5.7.1.1 *Inversión total sin la implementación silla ergonómica*

Tabla 60. Inversión.

Descripción	Valor total
Montacargas	\$ 24 000
pinzas de sujeción	\$ 5 500
Pistolas neumáticas para accionamiento de pinzas	\$ 12 800
Reubicación de espacio de almacenamiento de separadores	\$ 264
Seguridad Industrial	\$ 3 323
Capacitación	\$ 200
Total	\$ 46 087

Fuente: Autor

5.7.1.2 *Inversión total sin la implementación silla ergonómica*

Tabla 61. Inversión.

Descripción	Valor total
montacargas	\$ 24 000
pinzas de sujeción	\$ 5 500
Pistolas neumáticas para accionamiento de pinzas	\$ 12 800
Reubicación de espacio de almacenamiento de separadores	\$ 264
Seguridad Industrial	\$ 3 323
Capacitación	\$ 200
Silla ergonómica	\$ 7 000
Total	\$ 53 087

Fuente: Autor

5.7.2 Detalles de inversión

5.7.2.1 Adquisición de montacargas

Tabla 62. Montacargas.

Montacargas				
Detalles	Observación	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Montacargas	TCM	1	\$24000	\$ 24000
Total				\$ 24000

Fuente: Catalogo TCM motor's

5.7.2.2 Adquisición de pinzas sujeción

Tabla 63. Pinzas

Pinzas				
Detalles	Observación	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pinzas	Clamp S	500	\$ 5,00	\$ 2500
Pinzas	Clamp SM	500	\$ 6,00	\$ 3000
TOTAL				\$ 5500

Fuente: <http://gazzanieng.com/mec/site/>

Cabe indicar que estos costos incluyen impuestos y transporte de envío desde Italia hasta Ecuador-Latacunga.

5.7.2.3 Pistolas para accionamiento de pinzas

Tabla 64. Pistolas neumáticas

Pistolas neumáticas				
Detalles	Observación	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pistola	GM-GUN10-P	16	\$ 800	\$ 12 800
TOTAL				\$ 12 800

Fuente: <http://gazzanieng.com/mec/site/>

5.7.2.4 *Reubicación de espacio de almacenamiento de separadores*

Tabla 65. Reubicación separadores.

Reubicación de espacio para separadores					
Detalles	Nº	unidades	Cantidad	Costo Unitario	costo total
Mano de obra indirecta					
Ingeniero Industrial	1	horas	8	\$ 15	\$ 120
Mano de obra directa					
Mecánico industrial	1	horas	4	\$ 12	\$ 48
Auxiliar de mecánico	1	horas	4	\$ 10	\$ 40
Materiales					
Perno de sujeción	8	unidades		\$ 5	\$ 40
Electrodos	10	unidades		\$ 1,6	\$ 16
TOTAL					\$ 264

Fuente: Autor

5.7.2.5 *Seguridad industrial*

Tabla 66. Protección personal.

PROTECCION PERSONAL					
Detalles	Observación	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costos total
Mascara para filtros y discos filtrantes	Serie 600	Unidades	20	\$ 50	\$1000
Cartuchos químicos	Serie 6000	Unidades	132	\$ 6	\$ 792
Guantes	19-026	Unidades	30	\$ 40	\$ 1200
Guantes	SUPER-FOOD	Unidades	33	\$ 2	\$ 66
protección auditiva	3M-1110	Unidades	100	\$ 0,4	\$40
Gafas	3M-2741	unidades	25	\$ 9	\$ 225
TOTAL					\$ 3323

Fuente: SERICAPAR S.A Catálogo

5.7.2.6 Capacitación

Tabla 67. Capacitación.

Capacitación				
Detalles	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación 1	horas	2	50	100
Capacitación 2	horas	2	50	100
TOTAL				200

Fuente: Autor

5.7.2.7 Silla ergonómica

Tabla 68. Silla ergonómica.

Silla ergonómica				
Detalles	Observación	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Silla	Ergonómica	20	\$ 350	\$ 7 000
TOTAL				\$ 7 000

Fuente: Autor

5.7.3 Recuperación de la inversión

Para el tiempo de recuperación utilizamos la siguiente formula:

$$PRI = \frac{\text{Inversión total del proyecto}}{\text{Flujo de ingresos anuales}} \quad (6)$$

$$PRI = \frac{\$ 53087}{\$ 752 000}$$

$$PRI = 0,07 \text{ años} \Rightarrow 0,85 \text{ meses.}$$

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se ha analizado y estudiado sistemáticamente cada una de las actividades en las que se descompone el trabajo eliminando, combinando, predisponiendo y simplificando detalles para proponer las mejoras necesarias.

Se ha logrado optimizar los métodos de trabajo en el proceso de anodizado, seleccionando y examinando cada método de forma individual para obtener un máximo rendimiento de materiales, máquinas y recursos humanos.

Se logró disminuir el esfuerzo físico excesivo de los trabajadores mediante adecuaciones que se realizaron en los puestos de trabajo, utilizando también técnicas y métodos adecuados para las distintas tareas realizadas, donde se logró disminuir los esfuerzos físicos de un 70% a un 30%.

Se alcanzó a educir los tiempos y distancias recorridos innecesarios con ahorro total en tiempo de 31,26 minutos dicho tiempo nos servirá para el incremento de la productividad.

La productividad se ha elevado, con los mismos recursos disponibles (mano de obra), dándonos un incremento total de 20% con relación a la situación actual.

Finalmente se concluye con la inversión necesaria para la ejecución del proyecto será de \$ 46 087 sin la implementación de silla ergonómica, y con implementación de dicha silla \$ 53 087.

6.2 Recomendaciones

Ejecutar la presente propuesta de optimización de los métodos de trabajo, considerando la flexibilidad necesaria y los cambios eventuales que puede tener a largo plazo.

Implementar de los métodos de trabajo propuestos es necesario informar y adiestrar al personal para que realice el trabajo en la forma determinada por el método desarrollado, este adiestramiento deberá estar a cargo de una persona especializada del departamento de producción.

Realizar una planificación adecuada que facilite las actividades tanto de producción como de mejora de distribución e instrucción de métodos de trabajo, sin interrumpir el normal desempeño de la producción.

Adquirir la silla ergonómica con el fin de disminuir la fatiga e incrementar la productividad.

Realizar un nuevo plan de Seguridad e higiene industrial y un programa de mantenimiento de la planta de producción, ya que de esto depende mucho la productividad.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, Germán. *Los Riesgos de Trabajo y la Salud Ocupacional en Colombia*. Bogotá : Legis, 1991. pp.0124-0064.

ECONOMICA48, Economica48. [En línea] Enciclopedia de Economía. [Consultado el: 15 de Julio de 2012.] Disponible en: <http://www.economia48.com>.

ERGONAUTAS, 2012. *Ergonautas*. [En línea] Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado el: 05 de Mayo de 2012.] Disponible en: https://www.ergonautas.upv.es/listado_metodos.htm#.

FERNÁNDEZ, Manuel. *Análisis y Descripción de Puestos de Trabajo*. Madrid: Díaz de Santos, 1995.

FUERTES, Marcelino. *Ingeniería de Métodos y Tiempos*. Riobamba: ESPOCH, 2008.

LOPEZ, Brayan. *Ingeniería de métodos*. [En línea] Creative Commons, 2016. [Consultado el: 07 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>.

MURIEL, Yolanda. *YolandaMuriel's Blog*. [En línea] 01 de 06 de 2012. [Consultado el: 07 de 12 de 2017.] Disponible en: <https://yolandamuriel.com/2012/01/06/henry-ford-el-concepto-de-produccion-en-serie/>.

NIEBEL, Benjamin. *Métodos, Tiempos y Movimientos*. México : Alfaomega, 2002.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra : OIT, 1973.

SALVENDY, Gavriel. *Manual de Ingeniería Industrial*. México : Limusa, 1991.

SÁNCHEZ, Javier. *Economipedia*. [En línea] 2015. [Consultado el: 07 de 12 de 2017.] Disponible en: <http://economipedia.com/definiciones/coste-costo.html>.

SOCCONINI, Luis. *Lean Manufacturing Paso A Paso: El Sistema De Gestion Empresarial Japones Que Revoluciona La Manufactura Y Los Servicios*. España : Grupo Editorial Norma, 2008. pp. 122-130.

VÁSCONEZ, José. *Contabilidad Práctica de Costo Industrial*. Quito: Dimaxi, 1996.

VILLASEÑOR, Alberto & GALINDO, Edber. *Manual De Lean Manufacturing. Guía Básica*. México : Limusa, 2007. pp. 35-56.

Wikipedia. [En línea] Dureza, 2012. [Consultado el: 27 de Marzo de 2012.] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Dureza>.

CEDAL S.A, Coordinador de Calidad. *Manual de Calidad Cedal*. Latacunga: 1994. pp. 10-20.