



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TITULO**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los Laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

**AUTORES**

Br. Soraya Angelina Jarquín Zeas

Br. José Luis Bermúdez Espinoza

**TUTOR**

Ing. Pietro Marcelo Silvestri Jirón

Managua, 07 de agosto de 2020.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **Dedicatoria.**

A Dios por regalarme la vida y ser mi compañero guiándome en el camino diario.

A mis Padres

El esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja el amor que invierten los padres en sus hijos. Orgullosamente agradezco al Dr. Néstor Danilo Jarquín Mendoza y a la Sra. Soraya de los Ángeles Zeas Rivas quienes son parte de mi inspiración y por quienes he logrado concluir una de mis mayores metas.

A mi esposo

Sr. Dayton Cacho Sinclair, en el camino encuentras personas que iluminan tu vida quienes con su apoyo permiten que alcances de mejor manera lo que te propones y a través de sus consejos, amor y paciencia me ayudo a concluir mi carrera.

A mi hijo

Doshawn Mathías Cacho Jarquín, quien es mi mayor inspiración y mi motor para salir adelante y luchar por lo que me propongo.

A mis hermanos

Por siempre estar presente en mi vida y carrera universitaria regalándome el apoyo que necesite en cada momento.

Soraya Angelina Jarquín Zeas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **Dedicatoria.**

A Dios por regalarme la vida y ser mi compañero guiándome en el camino diario.

A mis Padres, todo lo que hoy en día soy se lo debo a ellos y ellos son los que se merecen la alegría de ver el fruto de sus esfuerzos, a Luisa Espinoza mi madre la que siempre dio todo porque yo estuviera en busca de mis sueños, a José Bermúdez mi Padre, el hombre que me forzó un carácter fuerte para siempre salir adelante y nunca darme por vencido, el que a pesar de las adversidades siempre nos buscó como sacar adelante.

A mis hermanos, desde el pequeño hasta el más grande ellos son mi motor del día a día, la razón por la cual deseo salir adelante para poder sacarlos adelante y retribuir todo lo que mis padres me dieron.

A mi abuela Thelma que no pudo verme en vida convertirme en un profesional, pero sé que desde el cielo va estar orgullosa de mí.

José Luis Bermúdez Espinoza.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **Agradecimiento.**

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y acompañarme en el transcurso de la misma, brindándome paciencia y sabiduría para culminar mis metas con éxito.

A mis padres por todo el esfuerzo, dedicación y amor que invirtieron para que sus hijos culmináramos nuestros estudios. Gracias a mis padres soy quien soy hoy en día y orgullosamente con la cara muy en alto lograron sacarme adelante a pesar de las adversidades que se presentaron.

A mis hermanos por haber sido uno de los pilares fundamentales para que yo terminara mis estudios brindándome el apoyo que necesite durante el transcurso de estos años.

A mi esposo por ser el apoyo incondicional en mi vida, que con su amor y respaldo, me ayuda a alcanzar los objetivos que me propongo.

A mi compañero de monografía José Luis Bermúdez Espinoza por su amistad, paciencia, dedicación y esmero durante todos los años compartidos como estudiantes, así como en la elaboración de nuestro trabajo final.

Agradezco a mi tutor de monografía Ing. Pietro Marcelo Silvestri quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación, por sus consejos, apoyo y sobre todo la amistad brindada en todo el transcurso de mi carrera universitaria.

Soraya Angelina Jarquín Zeas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **Agradecimiento.**

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y acompañarme en el transcurso de la misma, brindándome paciencia y sabiduría para culminar mis metas con éxito.

A mis padres por todo el apoyo, la confianza el amor y los valores que en mi forjaron, porque a pesar de sus limitaciones nos han sacado adelante a mis hermanos y a mí.

A todos mis amigos que han estado siempre conmigo en las buenas y en las malas, me han brindado un hogar, refugio y su sincera amistad, se han convertido en mi familia

Al movimiento estudiantil porque gracias a ellos conocí muchas personas que me han servido como pilar para mantenerme firme en todo el trascurso de mi carrera.

A todas las personas en donde viví en mi estadía en Managua, los que me brindaron su apoyo en los momentos que más los necesité.

A mi compañero de monografía Soraya Angelina Jarquín Zeas por su amistad, paciencia, dedicación y esmero durante todos los años compartidos como estudiantes, así como en la elaboración de nuestro trabajo final.

Agradezco a mi tutor de monografía Ing. Pietro Marcelo Silvestri Jirón quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación, por sus consejos, apoyo y sobre todo la amistad brindada en todo el transcurso de mi carrera universitaria, a todas esas personas que con el más mínimo detalle han aportado a la realización de mi sueño de poder ser ingeniero.

José Luis Bermúdez Espinoza

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **Resumen ejecutivo.**

Los laboratorios están ubicados en el recinto Pedro Aráuz Palacios de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual está ubicada exactamente de los semáforos de Villa Progreso 300mts al este.

Esta investigación se realizó dado que la Universidad lo requería, ya que no tenía ningún estudio ergonómico realizado en el área de los laboratorios, en consecuencia, se elaboró un plan de acción en los laboratorios y taller estudio con el objetivo de que estos garanticen el óptimo manejo de la maquinaria y las operaciones realizadas en estas se hagan de una manera más adecuada y ergonómica.

Para realizar este plan de acción se hizo uso de los instrumentos siguientes:

Fuente primaria: se contempló una sesión completa de cada uno de los laboratorios y se realizó una toma de fotografía para revisar y consensuar cada una de las posiciones tomadas a la hora de la práctica.

Fuente secundaria: información brindada por parte del encargado de cada laboratorio sobre la especificación de las actividades que se llevan a cabo en cada práctica de laboratorio.

La información recopilada fue necesaria para delimitar las responsabilidades y funciones de cada perfil de puesto, y de forma más ordenada y simplificada las operaciones que están relacionadas directamente en la realización de cada una de las prácticas de los laboratorios es estudio.

Es importante resaltar que el plan de acción que se realizó en este estudio contiene únicamente las acciones que deben tomarse en cuenta en base a los trabajadores que se sometieron al estudio ya que, si otro trabajador entra a realizar las actividades correspondientes de cada puesto de trabajado, teniendo que ser estudiado tanto la condición física, así como cada una de las posturas que este tome a la hora de realizar las operaciones de cada práctica.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Contenido

I.	Introducción .....	1
II.	Antecedentes .....	3
III.	Justificación .....	5
IV.	Objetivos .....	7
V.	Marco teórico .....	8
1.	CONCEPTOS .....	8
2.	Evaluación ergonómica.....	10
3.	Método RULA.....	11
VI.	Diseño Metodológico.....	30
Capitulo I.	Diagnostico.....	33
1.	Practica de Moldeo.....	33
2.	Practica de Fundición.....	37
3.	Practica de Soldadura.....	40
4.	Frenos de las máquinas automotrices.....	45
5.	Puentes de las máquinas automotrices. (Diferencial del vehículo) .....	55
6.	Suspensión de las maquinas automotrices.....	60
7.	Diagnóstico .....	74
8.	Diagnostico por Actividad .....	75
Capitulo II.	Aplicación de formatos RULA.....	76
1.	Práctica de Moldeo.....	76
2.	Práctica de Fundición.....	88
3.	Práctica de Soldadura.....	101
4.	Frenos de las Máquinas automotrices.....	113
5.	Puentes de las Máquinas Automotrices .....	125
6.	Suspensión de las Máquinas Automotrices .....	138
Capitulo III.	Plan de Acción .....	150
i.	Practica de Moldeo .....	151
ii.	Practica de Fundición .....	152

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

iii. Practica de Soldadura.....	153
iv. Frenos de la Maquina Automotrices.....	154
v. Puentes de Maquinas Automotrices.....	155
vi. Suspensión de Maquinas Automotrices.....	156
V. Conclusiones.....	157
VI. Recomendaciones.....	158
VII. Bibliografía.....	159
VIII. Anexo.....	160

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Listado De Tablas

Tabla No. 1 Puntuación del brazo.....	16
Tabla No. 2 Modificación de la puntuación del brazo.....	16
Tabla No. 3 Puntuación del antebrazo .....	17
Tabla No. 4 Modificación de la puntuación del antebrazo .....	18
Tabla No. 5 Puntuación de la muñeca.....	19
Tabla No. 6 Modificación de la puntuación de la muñeca.....	19
Tabla No. 7 Puntuación del giro de la muñeca .....	20
Tabla No. 8 Puntuación del cuello .....	21
Tabla No. 9 Modificación de la puntuación del cuello .....	22
Tabla No. 10 Puntuación del tronco .....	22
Tabla No. 11 Modificación de la puntuación del tronco .....	23
Tabla No. 12 Puntuación de las piernas .....	24
Tabla No. 13 Puntuación del grupo A (Tabla A).....	25
Tabla No. 14 Puntuación del grupo B(Tabla B) .....	26
Tabla No. 15 Modificación de las puntuaciones .....	26
Tabla No. 16 Puntuación (Tabla C).....	27
Tabla No. 17 Trastornos musculo-esqueletico.....	28
Tabla No. 18 Tabla de Diagnostico.....	74
Tabla No. 19 Tabla Diagnostico por Actividad.....	75
Tabla No. 20 Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Moldeo) .....	81
Tabla No. 21 Tabla B (Calculo de Grupo B/Practica de Moldeo) .....	83
Tabla No. 22 Tabla C (Puntuación Final/Practica de Moldeo).....	84
Tabla No. 23 Tabla de Nivel de Actuación/Practica de Moldeo .....	85
Tabla No. 24 Tabla de conclusión/Practica de Moldeo .....	87
Tabla No. 25 Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Fundición).....	94
Tabla No. 26 Tabla B (Calculo de Grupo B/Practica de Fundición) .....	96
Tabla No. 27 Tabla C (Puntuación Final/Practica de Fundición).....	97

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 28	Tabla de Nivel de Actuación/Practica de Fundición .....	98
Tabla No. 29	Tabla de Conclusión/Practica de Fundición.....	100
Tabla No. 30	Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Soldadura).....	106
Tabla No. 31	Tabla B (puntuación de grupo B/Practica de Soldadura).....	108
Tabla No. 32	Tabla C Puntuación Final/Practica de Soldadura .....	109
Tabla No. 33	Tabla de Nivel de Actuacion .....	110
Tabla No. 34	Tabla de Conclusión/Practica de Soldadura.....	112
Tabla No. 35	Tabla A (Calculo de Grupo A/Freno de las Maquinas Automotrices) .....	118
Tabla No. 36	Tabla B (Calculo de Grupo B/Freno de las Maquinas Automotrices).....	120
Tabla No. 37	Tabla C Puntuación Final/Frenos de las Maquinas Automotrices .....	121
Tabla No. 38	Tabla de Actuación.....	122
Tabla No. 39	Tabla de Conclusión.....	124
Tabla No. 40	Tabla A (Calculo de Grupo A/Puente de las Maquinas Automotrices).....	131
Tabla No. 41	Tabla B (Calculo de Grupo B/Puente de las Maquinas Automotrices) .....	133
Tabla No. 42	Tabla C Puntuación Final7Puente de Maquinas Automotrices .....	134
Tabla No. 43	Tabla de Actuación.....	135
Tabla No. 44	Tabla de Conclusión Puente de Maquinas Automotrices .....	137
Tabla No. 45	Tabla A (Calculo de Grupo A/Suspensión de las Maquinas Automotrices) .....	143
Tabla No. 46	Tabla B (Calculo de Grupo B/Suspensión de las Maquinas Automotrices) .....	145
Tabla No. 47	Tabla C Puntuación Final/Suspensión de Maquinas Automotrices .....	146
Tabla No. 48	Tabla de Actuación.....	147
Tabla No. 49	Tabla de Conclusión .....	149
Tabla No. 50	Plan de Acción/Practica de Moldeo .....	151
Tabla No. 51	Plan de Acción/Practica de Fundición.....	152
Tabla No. 52	Plan de Acción/Practica de Soldadura.....	153
Tabla No. 53	Plan de Acción/Frenos de la Maquina Automotrices .....	154

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 54 Plan de Acción/Puentes de Maquinas Automotrices .....	155
Tabla No. 55 Plan de Acción/Suspensión de Maquinas Automotrices.....	156

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Listado de Figuras

Figura No. 1. Medición del ángulo del brazo .....	15
Figura No. 2 Modificación de la puntuación del brazo .....	16
Figura No. 3 Medición del ángulo del antebrazo .....	17
Figura No. 4 Modificación de la puntuación del antebrazo .....	18
Figura No. 5 Medición del ángulo de la muñeca.....	18
Figura No. 6 Modificación de la puntuación de la muñeca .....	19
Figura No. 7 Puntuación del giro de la muñeca.....	20
Figura No. 8 Medición del ángulo del cuello .....	21
Figura No. 9 Modificación de la puntuación del cuello.....	22
Figura No. 10 Medición del ángulo del tronco .....	22
Figura No. 11 Modificación de la puntuación del tronco .....	23
Figura No. 12 Puntuación de las piernas.....	24
Figura No. 13 Practica de Moldeo .....	33
Figura No. 14 Laboratorio de Moldeo .....	34
Figura No. 15 Laboratorio de Moldeo .....	35
Figura No. 16.....	36
Figura No. 17 Horno .....	38
Figura No. 18.....	39
Figura No. 19 Practica de Soldadura.....	44
Figura No. 20.....	44
Figura No. 21 Mezcla de la arena para la elaboración de moldeo.....	79
Figura No. 22 compactado de arena de relleno.....	79
Figura No. 23 Puntuación del brazo .....	80
Figura No. 24 Puntuación del Antebrazo .....	80
Figura No. 25 Puntuación de la Muñeca.....	80
Figura No. 26 puntuación del Giro de la Muñeca .....	81
Figura No. 27Puntuación del Tronco .....	82
Figura No. 28 Puntuación del Cuello .....	82

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Figura No. 29 Puntuación del Cuello .....	83
Figura No. 30 Nivel de Riesgo.....	85
Figura No. 31.....	85
Figura No. 32 Resumen de Puntuación/Practica de Moldeo .....	86
Figura No. 33 Cuello Inclinado/Practica de Fundición .....	91
Figura No. 34 Horno de 4 Válvulas/Practica de Fundición .....	91
Figura No. 35 Puntuación de Brazo.....	92
Figura No. 36 Puntuación del Antebrazo .....	93
Figura No. 37 Puntuación de la Muñeca.....	93
Figura No. 38 Puntuación del Giro de la Muñeca .....	93
Figura No. 39 Puntuación del Tronco .....	94
Figura No. 40 Puntuación del Cuello .....	95
Figura No. 41 Puntuación de las Piernas .....	95
Figura No. 42 Nivel de Riesgo.....	97
Figura No. 43.....	98
Figura No. 44 Resumen de Puntuación/Practica de Fundición .....	99
Figura No. 45 Angulo de la muñeca en el agarre del porta electrodo .....	104
Figura No. 46 Postura del brazo al momento de la creación del cordón .....	104
Figura No. 47 Puntuación del Brazo .....	105
Figura No. 48 Puntuación del Antebrazo .....	105
Figura No. 49 Puntuación de la Muñeca.....	105
Figura No. 50 Puntuación del Giro de Muñeca.....	106
Figura No. 51 Puntuación del Tronco .....	107
Figura No. 52 Puntuación del Cuello .....	107
Figura No. 53 Puntuación de las Piernas .....	107
Figura No. 54 Nivel de Riesgo.....	109
Figura No. 55.....	110
Figura No. 56 Extracción de Freno.....	116
Figura No. 57 Partes de un Sistema de Frenos.....	116

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Figura No. 58 Puntuación del Brazo.....	117
Figura No. 59 Puntuación del Antebrazo .....	117
Figura No. 60 Puntuación del Muñeca.....	117
Figura No. 61 Puntuación del Giro de Muñeca.....	118
Figura No. 62 Puntuación del Tronco .....	119
Figura No. 63 Puntuación del Cuello .....	119
Figura No. 64 Puntuación de las piernas.....	119
Figura No. 65 Nivel de Riesgo.....	121
Figura No. 66.....	122
Figura No. 67 Resumen de Puntuacion.....	123
Figura No. 68 Eje Diferencial.....	128
Figura No. 69 Caja de Trasmisión de Fuerza .....	128
Figura No. 70 Puntuación del Brazo.....	129
Figura No. 71 Puntuación del Antebrazo .....	129
Figura No. 72 Puntuación de la Muñeca.....	130
Figura No. 73 Puntuación del giro de Ila Muñeca .....	130
Figura No. 74 Puntuación del Tronco .....	131
Figura No. 75 Puntuación del Cuello .....	132
Figura No. 76 Puntuación del Cuello .....	132
Figura No. 77Nivel de Riesgo.....	134
Figura No. 78.....	135
Figura No. 79 Resumen de Puntuación.....	136
Figura No. 80 Puntuación del Brazo.....	141
Figura No. 81 Puntuación del Antebrazo Suspensión de Maquinas Automotrices .....	141
Figura No. 82 Puntuación de la Muñeca.....	142
Figura No. 83 Puntuación del giro de la Muñeca .....	142
Figura No. 84 Puntuación del Tronco .....	143
Figura No. 85 Puntuación del Cuello .....	

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Figura No. 86.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura No. 87 Puntuación de las Piernas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura No. 88 Nivel de Riesgo.....	146
Figura No. 89.....	147
Figura No. 90 Resumen de Puntuación.....	148

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **I. Introducción**

La Universidad Nacional de Ingeniería cuenta en su Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios con unos de los talleres de máquinas automotrices y laboratorios de Fundición y Soldadura más importantes en Nicaragua, en donde los estudiantes de las distintas carreras de los diferentes recintos realizan sus prácticas correspondientes, por ello, es de suma importancia conocer los riesgos disergonómicos que están latentes al laborar en un proceso de este tipo de industria, así mismo, se debe de conocer los métodos adecuados para disminuir y controlar los riesgos a los que se ven expuestos los trabajadores.

Los laboratorios de Fundición y Soldadura y el taller de Máquinas Automotrices fueron fundados desde el año de 1983(año de fundición de la UNI), pero sus actividades empezaron en 1995.

Entre sus principales usuarios están los estudiantes de los recintos RUPAP, IES, RUACS y el Programa Universitario Región Central.

Los laboratorios cuentan con diferentes áreas de trabajo, el laboratorio de Fundición cuenta con tres áreas como son: área de moldeado, área de fundición y área de llenado, el laboratorio de Soldadura es una sola área de soldadura y el taller de máquinas automotrices. El foco central de este trabajo investigativo será cada área de los laboratorios en las cuales se encuentran una gran cantidad de Trastornos músculo-esqueléticos (TMEs) se aumentó debido a que existía mayor fatiga física por posición y mayor fatiga mental para los operarios, siendo la repetitividad unos de los causantes de visita al médico.

En aspectos ergonómicos la universidad no ha realizado un estudio inicial en sus laboratorios para valorar los riesgos disergonómicos a los que se enfrentan los trabajadores en los puestos de trabajo existentes, de manera que tienen deficiencias para controlar o minimizar los mismos, generando que los

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

trabajadores desconozcan la manera correcta de desempeñar sus tareas, en cuanto a posturas y desempeño correcto de movimientos. Actualmente los operarios trabajan de una manera estática lo que provoca que tengan que realizar movimientos repetitivos y adopten diversas posturas forzadas, esto en un periodo determinado tendrá como efecto diferentes trastornos músculo-esqueléticos tanto en el cuello, muñecas y brazos, tronco y espalda, entre otros, asociadas a enfermedades de origen laboral más comunes entre los trabajadores. Es por esto que se utiliza el método RULA ya que valora el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas; además de identificarlas, cabe recalcar que el método de RULA toma en consideración factores como las fuerzas ejercidas o la repetitividad; este método se utiliza específicamente para evaluar carga postural y es esta la razón por la cual se aplicará este método.

El propósito de este trabajo será realizar una evaluación ergonómica de los puestos de los laboratorios de Fundición y Soldadura y el taller de Máquinas Automotrices, ya que en estas áreas se han presentado diversos trastornos músculo-esqueléticos por parte de sus trabajadores. Este trabajo se basará en el método de RULA y en diferentes normativas establecidas en la ley 618, general de higiene y seguridad del trabajo que cumpla con los estándares nacionales e internacionales y que sea de una manera práctica cumpliendo con las necesidades de los trabajadores.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **II. Antecedentes**

Los Laboratorios de Fundición y Soldadura y el taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP, tienen aproximadamente 24 años de estar funcionando, tiene libre disponibilidad para las sedes de la UNI donde acuden todos los estudiantes a realizar sus prácticas correspondientes en dichos laboratorios y taller. En los laboratorios de fundición y soldadura se realizan prácticas de laboratorios correspondiente a las clases de metalurgia en el caso de la carrera de ingeniería industrial y en proceso de manufactura 1 en el caso de la carrera de ingeniería mecánica, el taller de máquinas automotrices es destinado casi en su totalidad para la carrera de ingeniería industrial en el cual se imparten prácticas de dos clases de dicha carrera las cuales son materiales de combustión interna cuya prácticas son desarme y arme de motores de combustión interna, sistema de distribución de encendido y sistema de arranque, la otra asignatura es maquina automotrices esta posee 5 practicas las cuales son sistema de embriague, caja de transmisión, sistema de freno, sistema de suspensión y puentes o ejes. Estas prácticas son realizadas por los estudiantes de las diferentes carreras correspondientes de cada una de las sedes de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Desde su origen en los laboratorios la facultad no ha realizado ningún estudio ergonómico para los trabajadores; de tal forma que se ha evidenciado que los trabajadores han presentado diferentes trastornos músculo-esqueléticos (síndrome del túnel carpiano, artritis, lumbalgia, etc.) y con ello también se registra fatiga física por posición y fatiga mental , esto sucede debido a que adoptan diversas posturas inadecuadas y forzadas acompañadas de movimientos repetitivos debido a la carga de trabajo a la que se encuentran sometidos, además de que no se ha realizado ninguna capacitación que aborde aspectos ergonómicos y posturas correctas. En la Facultad de tecnología de la industria no se cuenta con ningún registro de estudios ergonómicos en los laboratorios de

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Fundición y Soldadura y el taller de máquinas automotrices donde nos permita visualizar los tipos de enfermedades o trastornos que se han visto en dichas áreas de estudio, lo cual provoca que las personas realicen de manera inadecuada las jornadas diarias de trabajo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### III. **Justificación**

La ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los trabajadores se verán involucrados. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización. La práctica del ergonomista debe tener un amplio entendimiento del panorama completo de la disciplina, teniendo en cuenta lo físico, cognitivo, social, organizacional, ambiental, entre otros factores relevantes.

El método RULA es implementado con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural que pueda ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo, evaluando la postura adoptada, la duración y frecuencia de esta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene.

El presente estudio realizado en los laboratorios de soldadura y fundición y taller de máquinas automotrices, brindara la información necesaria para poder identificar los riesgos disergonómicos a los que se deben enfrentar continuamente los operadores en su puesto de trabajo. Para la elaboración de la investigación se contara con el encargado de dichos laboratorios.

De igual manera, se pretende elaborar un plan de acción que contenga medidas que preserven la integridad física de los operadores, este plan proporcionara una serie de pasos requeridos para minimizar los trastornos más frecuentes que se encuentran en las distintas áreas de los laboratorios creando un mejor ambiente de trabajo orientado a proporcionar condiciones laborales adecuadas a través de la formación y capacitaciones de sus operadores, de modo que estos identifiquen y prevengan los diferentes riesgos a los que se encuentran expuestos, además que las personas que ya poseen una enfermedad del grupo

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

músculo-esquelético laboren de manera correcta con su condición, evitando que esta se agudice. Lo que permita al área de dichos laboratorios de la UNI-RUPAP una reducción del grado de incidencia de las enfermedades y del ausentismo ya que este es uno de los problemas más frecuentes y de igual manera genera sobre esfuerzo de ciertos operadores al tener que cumplir con sus tareas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

#### **IV. Objetivos**

##### **Objetivo General**

Evaluar los trastornos músculo-esqueléticos generados por las posturas y movimientos en los puestos de trabajo de las áreas de los laboratorios de fundición y soldadura y taller de máquinas automotrices.

##### **Objetivos Específicos**

- Identificar las posturas y movimientos en los puestos de trabajo de las áreas de los Laboratorios de soldadura y fundición y taller de máquinas automotrices que representen un riesgo significativo en la salud y el desempeño de los operadores.
- Aplicar el método de RULA en cada uno de los puestos, para la evaluación de los riesgos musculo esquelético que están expuesto los trabajadores en de los laboratorios de fundición y soldadura y taller de máquinas automotrices.
- Proponer medidas de control que disminuyan los niveles de riesgos disergonómicos encontrados en las áreas de los laboratorios de fundición y soldadura y taller de máquinas automotrices.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **V. Marco teórico**

### **1. CONCEPTOS**

Dada la importancia de preservar un ambiente integral para el desarrollo de los trabajadores, el Ministerio del trabajo (MITRAB) obliga al empleador a crear un manual de prevención de riesgos en el que contenga medidas para salvaguardar la salud de los empleados, es por esto la necesidad del conocimiento de términos y metodologías que faciliten la comprensión y prevención de estos mismos.

Para poder comprender esta investigación es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Ergonomía**

Es el conjunto de técnicas que tratan de prevenir la actuación de los factores de riesgos asociados a la propia tarea del trabajador.

Se estudian las condiciones de adaptación de un lugar de trabajo tomando en cuenta las características particulares de cada trabajador, buscando de igual manera el mayor rendimiento en el trabajo a partir de la humanización de los medios para producirlo.

#### **Seguridad del Trabajo**

Es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como objetivo principal la prevención y protección contra los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

De tal forma que se reduzca la exposición al peligro ayudando a salvaguardar la integridad de las personas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Condiciones de Trabajo

Esta se podría definir como “Conjunto de factores del ambiente de trabajo que influyen sobre el estado funcional del trabajador, sobre su capacidad de trabajo, salud o actitud durante la actividad laboral”

Quedando específicamente incluidas:

Las características de los locales, instalaciones, equipos productos y demás útiles existentes en el puesto de trabajo.

La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo.

Todas aquellas características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que este expuesto el trabajador.

### Condición Insegura o Peligrosa

Es todo factor de riesgo que depende única y exclusivamente de las condiciones existentes en el ambiente de trabajo. Son las causas técnicas; mecánicas; físicas y organizativas del lugar de trabajo (máquinas, resguardos, órdenes de trabajo, procedimientos entre otros).

Las condiciones inseguras surgen en un entorno laboral cuando los responsables actúan con negligencia y las instalaciones no tienen la manutención y el cuidado que requieren, aunque de fácil solución. Es importante tener en cuenta que la condición insegura implica una posibilidad bastante elevada de que ocurra un accidente.

### Actos Inseguros

Es la violación de un procedimiento comúnmente aceptado como seguro, motivado por prácticas incorrectas que ocasionan el accidente en cuestión. Los

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

actos inseguros pueden derivarse a la violación de normas, reglamentos, disposiciones técnicas de seguridad establecidas en el puesto de trabajo o actividad que se realiza, es la causa humana o lo referido al comportamiento del trabajador.

Los actos inseguros pueden surgir por omisión o por acción y suponen la violación de las prácticas, las reglas o los procesos que están considerados como seguros por el empleador o por el estado. Por eso, más allá de la consecuencia específica del acto en cuestión, siempre son susceptibles de castigo por parte de la autoridad competente. Estos ocasionan el 96% de los accidentes.

## 2. Evaluación ergonómica

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo disergonómico. Existen diversos estudios que relacionan estos problemas de salud de origen laboral con la presencia, en un determinado nivel, de dichos factores de riesgo. Es por lo tanto necesario llevar a cabo evaluaciones ergonómicas de los puestos para detectar el nivel de dichos factores de riesgo. Aunque las legislaciones de cada país son más o menos exigentes, es obligación de las empresas identificar la existencia de peligros derivados de la presencia de elevados riesgos ergonómicos en sus puestos de trabajo.

### Posturas forzadas

Las posturas y movimientos que se realizan en las diferentes actividades laborales, pueden tener carácter dinámico y/o estático. Algunas de estas posturas o movimientos al ser inadecuados o forzados pueden generar problemas para la salud si se realizan con frecuencias altas o durante periodos prolongados de tiempo. Identificar si esta condición de trabajo o peligro está presente en un puesto de trabajo permite determinar si puede comportar un riesgo significativo,

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

dependiendo de la presencia de los factores de riesgo: cómo identificar el peligro y factores de riesgo.

#### Movimiento repetitivo.

Se entiende por “movimientos repetidos” a un grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, los huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo y provoca en esta misma zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, por último, lesión.

### 3. Método RULA

El método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

#### Fundamentos del método RULA.

El método Rula fue desarrollado por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham en 1993 (Institute for Occupational Ergonomics) para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema músculo-esquelético.

La adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema músculo-esquelético. Esta carga estática o postural es uno de los factores a tener en cuenta en la evaluación de las condiciones de trabajo, y su reducción es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Para la evaluación del riesgo asociado a esta carga postural en un determinado puesto se han desarrollado diversos métodos, cada uno con un ámbito de aplicación y aporte de resultados diferente.

#### Aplicación del método RULA.

- El procedimiento de aplicación del método, en resumen, es el siguiente:
- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos
- Seleccionar las posturas que se evaluarán
- Determinar, para cada postura, si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho (en caso de duda se evaluarán ambos)
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo
- Obtener la puntuación final del método y el Nivel de Actuación para determinar la existencia de riesgos
- Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora.
- Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto de determinadas referencias en la postura estudiada). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electro-goniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas, desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle...), y asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes.
- El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.
- El RULA divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.
- La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.
- El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones músculo-esqueléticas.
- El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

El método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

### Evaluación del Grupo A.

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

### Puntuación del brazo.

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su grado de flexión/extensión. Para ello se medirá el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 1 muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la Tabla 1.

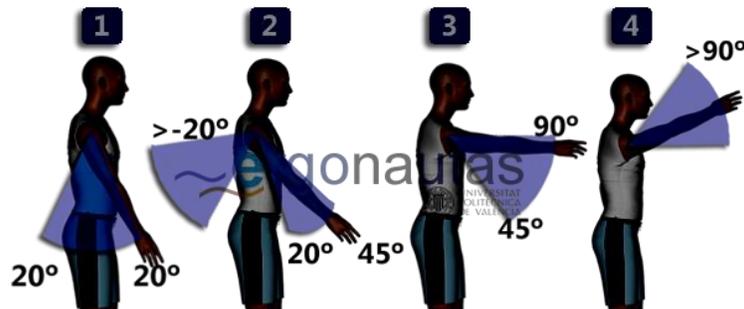


Figura No. 1. Medición del ángulo del brazo

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica. Para

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

obtener la puntuación definitiva del brazo puede consultarse la Tabla 2 y la Figura 2.

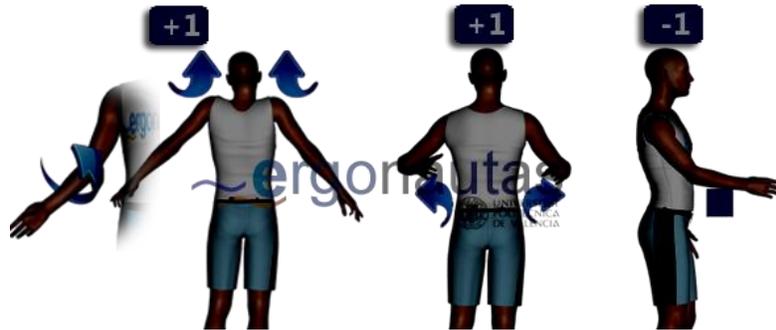


Figura No. 2 Modificación de la puntuación del brazo

Tabla No. 1 Puntuación del brazo

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Tabla No. 2 Modificación de la puntuación del brazo

Posición	Puntuación
Hombro elevado o brazo rotado	1
Brazos abducidos	1
Existe un punto de apoyo	-1

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Puntuación del antebrazo.

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. La Figura 3 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la tabla 3.

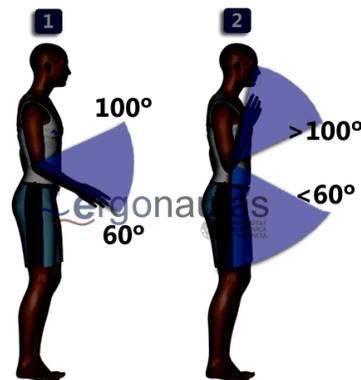


Figura No. 3 Medición del ángulo del antebrazo

Tabla No. 3 Puntuación del antebrazo

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

La puntuación obtenida para el brazo valora la flexión del antebrazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo (Figura 4).

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



Figura No. 4 Modificación de la puntuación del antebrazo

Tabla No. 4 Modificación de la puntuación del antebrazo

Posición	Puntuación
A un lado del cuerpo	1
Cruza la línea media	1

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

### Puntuación de la muñeca.

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. La Figura 5 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación de la muñeca se obtiene mediante la Tabla 5.

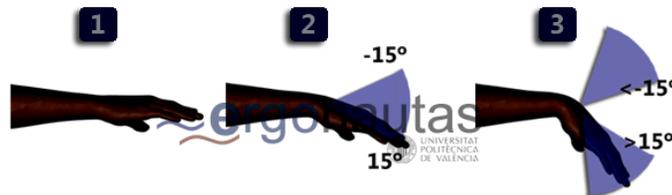


Figura No. 5 Medición del ángulo de la muñeca

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

**Tabla No. 5 Puntuación de la muñeca**

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	2
Flexión o extensión >15°	3

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital (Figura 6). Ambos casos son excluyentes, por lo que como máximo se aumentará un punto la puntuación inicial de la muñeca. La Tabla 6 muestra el incremento a aplicar.



*Figura No. 6 Modificación de la puntuación de la muñeca*

**Tabla No. 6 Modificación de la puntuación de la muñeca**

Posición	Puntuación
Desviación radial	1
Desviación cubital	1

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

servirá posteriormente para obtener la valoración global del Grupo A. Se trata de valorar el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo). Si no existe pronación/supinación o su grado es medio se asignará una puntuación de 1; si el grado es extremo la puntuación será 2 (Tabla 7 y Figura 7).

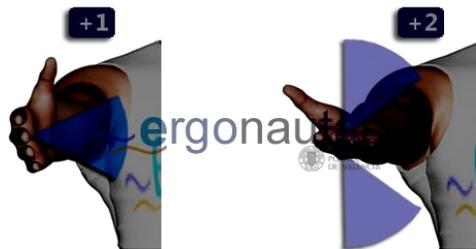


Figura No. 7 Puntuación del giro de la muñeca

Tabla No. 7 Puntuación del giro de la muñeca

Posición	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

### Evaluación del grupo B.

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (cuello, tronco y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

### Puntuación del cuello.

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. La Figura 8 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del cuello se obtiene mediante la Tabla 8.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

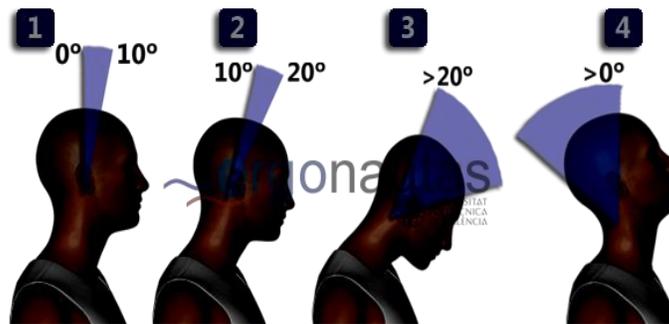


Figura No. 8 Medición del ángulo del cuello

Tabla No. 8 Puntuación del cuello

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión >10° y ≤20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza (Figura 9). Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del cuello puede aumentar hasta en dos puntos. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



Figura No. 9 Modificación de la puntuación del cuello

Tabla No. 9 Modificación de la puntuación del cuello

Posición	Puntuación
Cabeza rotada	1
Cabeza con inclinación lateral	1

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

### Puntuación del tronco.

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical.

La puntuación del tronco se obtiene mediante la Tabla 10 y figura 10.

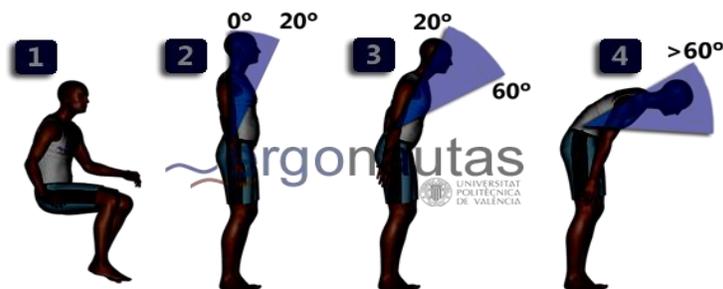


Figura No. 10 Medición del ángulo del tronco

Tabla No. 10 Puntuación del tronco

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$	1
Flexión entre $0^\circ$ y $20^\circ$	2
Flexión $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$	3
Flexión $>60^\circ$	4

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del tronco puede aumentar hasta en dos puntos. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del tronco puede consultarse la Tabla 11 y figura 11.



Figura No. 11 Modificación de la puntuación del tronco

Tabla No. 11 Modificación de la puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco rotado	1
Tronco con inclinación lateral	1

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Puntuación de las piernas.

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre las ellas, los apoyos existentes y si la posición es sedente. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la Tabla 12. (Figura 12)

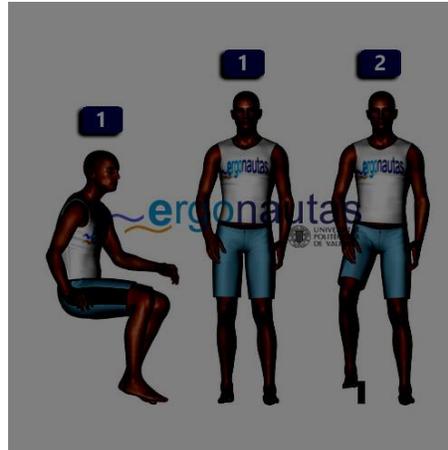


Figura No. 12 Puntuación de las piernas

Tabla No. 12 Puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Sentado, con piernas y pies bien apoyados.	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.	2

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Puntuación de los Grupos A y B.

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 13, mientras que para la del Grupo B se utilizará la Tabla 14.

Tabla No. 13 Puntuación del grupo A (Tabla A)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

**Tabla No. 14 Puntuación del grupo B (Tabla B)**

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

### Puntuación Final.

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación, se valorará el carácter estático o dinámico de la misma y las fuerzas ejercidas durante su adopción.

La puntuación de los Grupos A y B se incrementarán en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán (Tabla 15).

**Tabla No. 15 Modificación de las puntuaciones**

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	1
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	1
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	0

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Las puntuaciones C y D permiten obtener la puntuación final del método empleando la Tabla 16. Ésta puntuación final global para la tarea oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 16 Puntuación (Tabla C)

	1	2	3	4	5	6	7 +
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8 +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

### Trastornos músculo-esqueléticos

Son un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios, etc. Sus localizaciones más frecuentes se observan en cuello, espalda, hombros, codos, muñecas y manos.

Los diagnósticos más comunes son las tendinitis, tenosinovitis, síndrome del túnel carpiano, mialgias, cervicalgias, lumbalgias, etc. (Ulzurra, Garanza, Macaya, Eransus, 2007)

El síntoma predominante es el dolor asociado a inflamación, pérdida de fuerza y disminución o incapacidad funcional de la zona anatómica afectada.

Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) de origen laboral se han incrementado de una manera exponencial en las últimas décadas, afectando a trabajadores de todos los sectores y ocupaciones con independencia de la edad y el género.

Constituyen el problema de salud de origen laboral más frecuente en Europa y en el resto de países industrializados y una de las primeras causas de absentismo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 17 Trastornos musculoesquelético

Trastorno músculo-esquelético (TME)	
Mano – muñeca	Tendinitis
	Tenosinovitis
	Ganglión
	Síndrome del túnel carpiano
	Síndrome del canal de Guyón
	Síndrome de Raynaud
Brazo – codo	Epicondilitis y epitrocleitis
	Síndrome del pronador redondo
	Síndrome del túnel radial
Cuello– hombro	Tendinitis del manguito de los rotadores
	Síndrome de la salida torácica o costoclavicular
	Síndrome cervical por tensión

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Fuente: Los Trastornos Musculo esquelético de Origen laboral/ Instituto Canario de Seguridad Laboral

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Los trastornos musculo esqueléticos normalmente afectan a la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores, aunque también pueden afectar a las extremidades inferiores. Comprenden cualquier daño o trastorno de las articulaciones y otros tejidos. Los problemas de salud abarcan desde pequeñas molestias y dolores a cuadros médicos más graves que obligan a solicitar la baja laboral e incluso a recibir tratamiento médico. En los casos más crónicos, pueden dar como resultado una discapacidad y la necesidad de dejar de trabajar.

Los dos grupos principales de TME son los dolores y las lesiones de espalda y los trastornos laborales de las extremidades superiores (que se conocen comúnmente como «lesiones por movimientos repetitivos»).

### Causas de los TME'S

La mayoría de los TME relacionados con el trabajo se desarrollan a lo largo del tiempo. Normalmente no hay una única causa de los TME, sino que son varios los factores que trabajan conjuntamente. Entre las causas físicas y los factores de riesgos organizativos se incluyen:

- Manipulación de cargas especialmente al agacharse y girarse
- Movimientos repetitivos o forzados
- Posturas extrañas o estáticas
- Vibraciones, iluminación deficiente o entornos de trabajo fríos
- Trabajo a un ritmo elevado
- Estar de pie o sentado durante mucho tiempo en la misma posición

Existen datos crecientes que vinculan los trastornos músculo-esqueléticos con factores de riesgo psicosocial (en especial combinados con riesgos físicos), entre los que se incluyen:

- Alto nivel de exigencia de trabajo o una escasa autonomía
- Escasa satisfacción laboral

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **VI. Diseño Metodológico**

### **Tipo de investigación**

El presente trabajo será de un enfoque cualitativo que podría entenderse como “una categoría de diseño de investigación que extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevista, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y video, registros escritos de todo tipo, fotografías o películas y artefactos”. (Juan Herrera, 2008)

Mediante este enfoque se dejara al descubierto la situación de esta área proporcionando datos específicos por medio del comportamiento de las personas que se encuentren en esta; la investigación no puede cuantificarse porque son casos aislados y muy particulares.

### **Diseño de la investigación**

El diseño de investigación será de tipo investigación-acción, ya que es una búsqueda auto reflexiva para perfeccionar la lógica y la equidad de las propias practicas actuales. (Juan Herrera, 2008)

A través de este se pretende corregir las malas prácticas encontradas a través del estudio y análisis de las mismas generando una solución integral que beneficie directamente a las personas encontradas en el área de estudio, de manera que surge la unión entre la teoría y la práctica.

### **Población y muestra**

El tipo de muestreo fue por cuotas, ya que este se asienta generalmente sobre la base de un buen conocimiento de los estratos de la población y/o de los individuos más “representativos” o “adecuados” para los fines de investigación. En este tipo de muestreo se fijan unas “cuotas” que consisten en un número de individuos que reúnen unas determinadas condiciones. (Marcelino Cuesta, Fco. J Herrera)

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Población y objeto de estudio.**

El estudio se realizó en Los Laboratorios de Fundición y Soldadura y el taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP, en el área de eviscerado, el universo estuvo constituido por 6 puestos de trabajo de los cuales se estudiaron a 4 sujetos que cumplieron los criterios de inclusión respecto a estatura, peso y sexo.

El caso de estudio se realizara en los laboratorios de Fundición, Soldadura y el Taller de Maquina Automotriz; los cuales cuentan cada uno de estos con un encargado debidamente capacitado. Existe un jefe de talleres, el cual ejerce un cargo únicamente administrativo y de organización y de igual forma dicho departamento cuenta con una secretaria encargada de la administración de la bodega de activos, herramientas e instrumentos para las prácticas de los laboratorios.

### **Recolección y análisis de datos:**

La primera fase del estudio será identificar las posturas y movimientos que represente un riesgo en los puestos de trabajo por medio de la observación y aplicación de un check list basado en el marco legal de la ley general de higiene y seguridad del trabajo.

En la segunda fase se realizara la evaluación e interpretación de los trastornos musculo esqueléticos generados por las posturas y movimientos mediante el método RULA.

Una tercera fase será proponer recomendaciones de medidas preventivas y de control.

Para la primera etapa de la investigación se observó a cada colaborador en cada estación mientras realizaba las diferentes tareas durante toda la jornada tomando en cuenta cada movimiento realizado en la parte superior (brazos, antebrazos,

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

muñeca) e inferior (tronco, piernas) del cuerpo y tomando el tiempo que le cuesta realizar cada tarea de principio a fin.

Se elaboró un check list basado en la ley 618 (Ley de ergonomía, seguridad e higiene) tomando a conveniencia algunos capítulos y artículos de la ley donde se recolecto información acerca de los principales riesgos que sufren los trabajadores ya sea por realizar posturas o movimientos repetitivos de igual manera nos ayudó a identificar las partes más expuestas al realizar las operaciones.

Con esa premisa se procedió a observar nuevamente al trabajador en su puesto y empezar a aplicar el método de evaluación de RULA dando el puntaje a las diferentes posturas empleadas por el colaborador en cada estación.

Para la evaluación del riesgo se consideran el método, la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta.

En la tercera etapa se realizara un plan de acción o plan de mejora que ayude a la empresa a reducir o mantener controlados dichos riesgos. Este plan contemplara lo siguiente: Una vez finalizada la evaluación los trabajadores estarán informados de cuáles son los riesgos a los que están expuestos y como deben de prevenirlos para garantizar su seguridad y salud.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Capitulo I. Diagnostico

### 1. Practica de Moldeo.

Pasos para la realización del moldeo

#### 1. Preparación de la arena

1. Pesar 24kg de arena
2. 8% al 10% de bentonita
3. Pesar 4% a 5% de agua
4. 3 mililitros de melaza
5. Mezclar en el mezclador todos lo anterior un tiempo máximo de 3 minutos



*Figura No. 13 Practica de Moldeo*

En este proceso el ingeniero Mota está de pie haciendo flexión de sus brazos y haciendo una pequeña inclinación de su espalda.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

**2. Coloca en el depósito de carga y selecciona 2 tipos de arena por la granulometría de diferentes tamices (0.5 a 1mm de diámetro) para seleccionar arena de contacto y arena de relleno.**



*Figura No. 14 Laboratorio de Moldeo*

**3. Colocar la caja en la mesa de trabajo. La caja está dividida en dos partes que son la parte superior e inferior y plano divisor en cual divide ambas partes.**

1. Invertir la parte superior de la caja de moldeo.
2. Polvoreamos la superficie donde va la parte superior con talco.
3. Colocar el modelo o plantilla en el centro de la caja superior.
4. Polvorear grafito en el área de la pieza para mejor acabado.
5. Cubrir la plantilla con la arena de contacto.
6. Compactar manualmente para evitar que la pieza se desplace.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



*Figura No. 15 Laboratorio de Moldeo*

1. Cubrir la caja con arena de relleno.
2. Compactar con los apisonadores en el contorno interior de la caja.
3. Enraizar o nivelar para invertir la caja.
4. Invertir la parte superior de la caja.
5. Limpiar.
6. Colocar la parte inferior de la caja.
7. Polvorear con talco.
8. Limpiar el talco de la pieza con la brocha.
9. Polvorear grafito en el área de la pieza.
10. Selección del canal vertical el cual se ubica donde se encuentra el mayor volumen de la pieza (se selecciona en base a las tablas del titoff o sobre los espesores de la pieza).
11. Colocar arena de contacto.
12. Compactar manualmente.
13. Cubrir con arena de relleno.
14. Compactar con apisonadores.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

15. Enraizar o nivelar.
16. Elaboración de respiradores que van a  $\frac{1}{4}$  o a la mitad de la parte inferior de la caja, estos permiten que los gases se evaporen y no obstaculicen a la hora de realizar el llenado.
17. Extraemos cuidadosamente el canal vertical.
18. Separar la parte inferior de la parte superior de la caja.
19. Elaboración del colector de escoria junto con el canal de alimentación.
20. Retiramos la plantilla mediante golpes leves.
21. Limpiamos la parte de la huella de la plantilla o modelo.
22. Secar o curar el molde.
23. Atomizar alcohol en la huella.
24. Por medio de un mechón encendemos el alcohol y atomizamos continuamente alcohol por un tiempo máximo de 30 a 50seg.
25. Cerramos la caja de moldeo (unir la parte superior con la inferior)
26. Pasar al área de fundición.



*Figura No. 16*

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **2. Practica de Fundición**

### **Equipos para la fusión.**

1. Horno estacionario
2. Medidor de temperatura (de 1000 a 1200°C).

### **Equipos de protección.**

3. Polainas
4. Chaleco
5. Lentes
6. Careta
7. Guantes

### **Insumos.**

- I. Gas propano.
- II. Gas butano.
- III. Energía eléctrica.
- IV. Sal común.

### **Materia prima.**

1. Aluminio (90-95%)
2. Manganeso (2%)
3. Cobre (2%)
4. Bronce (1%)

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Herramientas

1. Pinzas en forma de tenaza.
2. Recipiente de vertido para el llenado del molde

## Procedimiento para fundición.

- Lo primero que se hace es verificar las tuberías de gas por medio de espuma para luego abrir las válvulas de seguridad. Llenar el crisol con los metales y proceder a encender el horno por medio de un mechón y regular la llama por medio del ventilador que se forme el espiral en el centro del crisol de color azul.



*Figura No. 17 Horno*

- Tapar el horno hasta que el metal se funda, Si se necesita o requiere mayor cantidad de metal fundido, se llena por medio de pinzas o tenazas diseñadas especialmente para hornos.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



*Figura No. 18*

- Abrir el horno y extraer el metal por medio de recipientes apropiados, realizar el vaciado en el molde.
- Destruir el molde para verificar el llenado de la pieza.
- Duración de la práctica 6 horas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### 3. Practica de Soldadura.

La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo, se puede agregar un material de aporte (metal o plástico), que, al fundirse, forma un charco de material fundido entre las piezas a soldar (el *baño de soldadura*) y, al enfriarse, se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón.

**Entre los tipos de soldadura de arco que podemos encontrar, están:**

- Tipos de soldadura por arco eléctrico
- Arco blindado del metal
- Soldadura MIG
- Flujo tubular
- Gas inerte de Tungsteno
- Soldadura de arco sumergida

**El montaje seguro de un puesto de trabajo de soldadura eléctrica requiere tener en cuenta una serie de normas que se relacionan a continuación.**

- Puesta a tierra
- La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante. Es preciso asegurarse de que el chasis del puesto de trabajo está puesto a tierra controlando en especial las tomas de tierra y no utilizar para las tomas de la puesta a tierra conductos de gas, líquidos inflamables o eléctricos.
- La toma de corriente y el casquillo que sirve para unir el puesto de soldadura a la fuente de alimentación deben estar limpios y exentos de

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

humedad. Antes de conectar la toma al casquillo se debe cortar la corriente. Una vez conectada se debe permanecer alejado de la misma. Cuando no se trabaje se deben cubrir con capuchones la toma y el casquillo.

## **Montaje correcto del puesto de trabajo**

### **Recomendaciones**

Se deben alejar los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión así como cubrir los bornes para evitar un posible cortocircuito causado por un objeto metálico y situar el material de forma que no sea accesible a personas no autorizadas.

Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia y comprobar que el puesto de trabajo está puesto a tierra.

El puesto de soldadura debe protegerse de la exposición a gases corrosivos, partículas incandescentes provocadas por la soldadura o del exceso de polvo; el área de trabajo debe estar libre de materias combustibles. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo. Debe disponerse de un extintor apropiado en las proximidades de la zona de trabajo.

### **Prohibiciones**

No se deben bloquear los pasillos. Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos. Los cables y conductores no deben obstruir los pasillos, escaleras u otras zonas de paso. El puesto de soldadura no debe situarse cerca de puentes-grúa o sobre los pasillos.

La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Se debe evitar que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas y en cualquier caso se debe secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos. Las conducciones de agua de refrigeración deben instalarse de forma que formen un bucle que permita gotear el agua de condensación o en caso de fuga

Los cables no deben someterse a corrientes por encima de su capacidad nominal ni enrollarse alrededor del cuerpo.

### **Equipo de protección individual**

- Equipo y ropa

El equipo de protección individual está compuesto por: pantalla de protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

### **Normas de utilización y mantenimiento**

El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorosa se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

añadida no deben realizarse trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.

Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.

En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.

En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemen. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

### **Procedimiento**

- Colocar equipo de seguridad y Encender la fuente de poder, Seleccionar el amperaje de acuerdo al diámetro del electrodo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



*Figura No. 19 Practica de Soldadura*

- Se introduce el electrodo a la mordaza del porta electrodo y se realizan puntos de soldadura sobre la plantilla.



*Figura No. 20*

- Picar los puntos con el cincel y limpiar con el cepillo de alambre.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## 4. Frenos de las máquinas automotrices

### Objetivo

- Desarmar y armar el freno tipo disco y el tipo tambor.
- Identificar sus partes principales.
- Establecer su mantenimiento y reparación.

Su tiempo de duración es de 2 horas y el equipo que se utiliza en esta práctica son:

- Llaves fijas
- Llaves de copa
- Desarmadores
- Extractores

Sus instrumentos de medición son comparadores y calibres y como medida de protección se debe utilizar guantes de cuero, gafas de protección y protectores nasales.

### Práctica en los elementos de freno sobre la rueda.

Los trabajos comunes en los elementos de freno de rueda son: el ajuste de los frenos cuando el dispositivo de ajuste es manual y el cambio de las zapatas. Hay otros trabajos frecuentes como la rectificación de los discos, tambores y los forros de las zapatas que lo hacen en talleres especializados.

### Técnica de regulación manual de los frenos.

- Embanque el vehículo por el chasis
- Liberes el freno de emergencia
- Quite el tapón de hule del agujero de la porta frenos

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Introduzca un desarmador de ranura por el agujero
- Gire la estrella roscada hasta que se talle la rueda
- Devuelva la estrella y gire la rueda
- Regule hasta que la rueda gire un poco forzada.

### **Técnica de desarmado, inspección y armado de los frenos de tambor flotante trasero.**

#### **Desarme.**

- Embanque el vehículo por el chasis (si solo se van embancar una o dos ruedas es necesario acuña las otras).
- Desmonte la rueda
- Libere el freno de emergencia y conecte el cambio de primera
- Desmonte el tambor, puede que haya necesidad de desregular el freno. Sobre todo, si el tambor tiene pestaña en la orilla (recuerde que los reguladores de rosca del tambor del lado derecho tienen roscas de paso izquierdo y la del lado izquierdo tiene rosca de paso derecho).
- Desmonte los resortes recuperadores, se pueden desmontar haciendo palanca con desarmador. Observe la posición de los resortes para montarlos en la misma posición.
- Quite las trabas o sostenedores, mantenga empujando por detrás de la porta frenos el pasador y empuje el resorte y traba además, gire la traba para separarla.
- Retire las zapatas cuidadosamente observando si los pistones pudieran salirse de sus cilindros de ruedas, si esto pudiera ocurrir habrá que amarrar los émbolos para que no se salgan.
- Desmonte el regulador.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Inspección**

- Observe el grosor de los forros en zapatas remachadas no deben tener menos de 1mm para llegar a los remaches. Y en casos de zapatas pegadas no deben tener menos de 1.5 milímetros de grosor (si el espesor es igual o menor hay que cambiar las zapatas)
- Observe el estado de los resortes para determinar posible deformación o estiramiento
- Observe el estado de la superficie del tambor para determinar ralladuras, pestañas en la orilla o grietas. (Si presenta cualquiera de los defectos anteriores es mejor enviarlos a que los rectifiquen y entonces habrá que poner forros de sobre medida.
- Observe si hay humedad de líquido de frenos lo que puede indicar filtraciones por los empaques o retenes del cilindro de ruedas
- Compruebe que el regulador enrosca fácilmente, en todo caso lubríquelo con grasa o aceite y compruebe su sentido de giro.

### **Armado**

- Posicione la zapata en su lugar correspondiente.
- Monte la zapata mediante sus trabas de la misma forma que lo hizo para el desmontaje
- Instale los resortes recuperadores de la misma forma que lo hizo en el desmontaje
- Monte el tambor
- Monte la rueda
- Regule la rueda
- Introduzca un desarmador por el orificio y gire en el sentido correspondiente la estrella del regulador hasta que talle

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Devuelva el regulador y vaya girando la rueda, esta debe quedar girando un poco forzada al girarla con la mano
- En caso de regulador automático después de montar la rueda accione el pedal de freno o la emergencia varias veces
- Desembanque el vehículo mueva el vehículo y efectúe pruebas de frenado

### **Cambios de las zapatas (tacos) en los frenos de disco de pinza flotante**

Los tacos se deben cambiar cuando los forros tienen un espesor cerca de un milímetro

#### **Desmontaje**

- Embanque el vehículo por el chasis, no olvide colocar el freno de estacionamiento y acuar las ruedas que no están levantadas.
- Desmonte la rueda
- Haga palanca en el pistón para que se separen las zapatas del disco
- Desmonte la rueda
- Haga palanca en el pistón para que se separen las zapatas del disco
- Desmonte el perno guía inferior de la mordaza
- Levante la mordaza
- Desmonte las zapatas
- Observe que la mordaza se desplace libremente sobre su eje superior de no ser así limpie el eje con un trapo humedecido de gasolina u otro solvente y engráselo con grasa.

#### **Montaje**

- Instale las zapatas nuevas
- Empuje el pistón hacia delante de forma que entre libre la mordaza

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Coloque el perno guía y apriételo al par recomendado
- Instale la rueda
- Desembanque el vehículo

### **Desmontaje y montaje del disco**

Algunas veces es necesario desmontar el disco como, por ejemplo, cuando requiere ser rectificadado lo que debe hacerse principalmente cuando tiene pestaña pronunciadas grietas y ralladuras de profundidad. En algunas ocasiones el disco puede desmontarse quitando solamente los pernos que los sujetan al cubo de rueda y en otras, hay que desmontar el cubo para poder extraerlo. En ambos casos habrá que desmontar la mordaza junto con el porta mordaza por medio de los pernos que lo sujetan a la mangueta.

### **Desarrollo de las prácticas en el sistema de accionamiento hidráulico.**

Las reparaciones en el sistema hidráulica por lo general están determinadas por fugas de líquidos en el sistema o por entrada de aires. Las fugas son evidentes porque hay que estar rellenando el depósito con cierta frecuencia y hay que averiguar por donde está ocurriendo la fuga que puede ser por el cilindro principal, por los cilindros de rueda, por los cilindros de las mordazas o por alguna tubería.

### **Cambios de empaques o retenes en el cilindro principal tándem**

#### **Desmontaje**

- Desmonte los racores de las líneas de frenos, hágalo preferiblemente con una llave hexagonal abierta
- Desmonte los dos pernos que sujetan la bomba al servo freno
- Retire la bomba

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Desarmado**

- Vacíe el líquido de freno del depósito
- Quite la seguridad de los cilindros
- Retire pistones y resortes
- Desmonte el depósito
- Desmonte la válvula de fondo

### **Inspección**

- Inspeccione los pistones y cilindros para observar si tiene picaduras, oxidaciones o ralladuras, si tuviera rayas leves u oxidaciones habrá que lijar con lija fina y con un material cilíndrico similar al grosor del cilindro
- Inspeccione el estado de la válvula de fondo
- Lave con agua y séquela incluyendo el depósito
- Quite los empaques de los pistones, verifique la posición de los empaques para que los coloque de la misma manera
- Limpie los pistones con agua y séquelos con un trapo

### **Armado**

- Coloque los empaques en sus pistones correspondientes
- Coloque una película de líquido de freno dentro del cilindro y alrededor de los pistones
- Introduzca los pistones cuidando que los empaques se acomoden en el interior del cilindro
- Coloque la seguridad que impide la salida de los pistones.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Montaje**

- Coloque la bomba en su posición
- Coloque los elementos de sujeción y apriételes al par recomendado
- Lleve el depósito con líquido de freno
- Instale la tubería hasta socarlo

### **Purgado**

- Bombee varias veces de 3 a 4 con el pedal y manténgalo apretado
- Afloje ligeramente las tuberías, espere unos segundos y vuélvelas a apretar
- Repita los pasos 1 y 2 hasta que note que cuando afloje la tubería, ya no sale aire, si salpico de líquido la carrocería lávela inmediatamente con agua ya que el líquido ataca la pintura

### **Cambios de empaque de los cilindros de rueda de los frenos de tambor**

#### **Desmontaje del cilindro**

- Embanque el vehículo por el chasis
- Desmonte la rueda
- Desmonte el tambor
- Desmonte las zapatas o al menos los resortes recuperados para poder retirar las zapatas del cilindro.
- Desconecte la tubería que va al cilindro
- Preferiblemente hágalo con una llave hexagonal abierta para no dañar el racor.
- Quite los pernos que sujetan el cilindro
- Retire el cilindro

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Desarmado**

- Retire las polveras
- Saque los pistones
- Desmonte la válvula de purga
- Lave las piezas con agua y séquelas con aire comprimido o con un trapo limpio
- Desmonte los empaques si estos van anillados en los pistones

### **Verificación**

- Observe que el cilindro no tenga picaduras, ralladuras u oxidaciones, si tiene picaduras, ralladuras leves u oxidaciones o suciedades se puede pulir con el pulidor de cilindros
- Verifique que no halla demasiada holgura entre el cilindro y los pistones, vea el manual de servicio correspondiente para precisar el juego máximo permisible

### **Armado**

- Instale los empaques o retenes según la posición que fueron desmontados
- Ponga una película de líquido de freno sobre la superficie del cilindro y de los pistones.
- Instale los pistones cuidando que los empaques y retenes se acomoden plenamente en el cilindro.
- Instale las válvulas de purga.
- Monte las polveras.
- Ubique el cilindro de rueda en su lugar correspondiente.
- Coloque los pernos de sujeción y apriételes al par recomendado.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Coloque la zapata y los resortes recuperadores.
- Monte el tambor.
- Instale la tubería y apriétela al par recomendado

### **Purgado normal**

- Coloque la llave para aflojar y apretar la válvula de purga.
- Coloque una manguera que entre tallada a la válvula de purga preferiblemente transparente
- Coloque en el extremo de la manguera un recipiente preferiblemente transparente
- Bombee tres veces el pedal de freno y manténgalo presionado
- Afloje la válvula de purga espere unos segundos y apriétela nuevamente, repita los dos pasos anteriores hasta que deje salir aire por la manguera, después de 3 o 4 veces de haber repetido los pasos rellene el depósito con líquido
- Regule de forma aproximada los frenos si la regulación es manual
- Instale la llanta
- Regule definitivamente los frenos
- Si la regulación es automática accione el pedal de freno o la emergencia según sea el caso para que se autorregule
- Desembanque el vehículo

### **Cambios de los retenes de los cilindros de rueda de los frenos de disco**

#### **Desmontada de mordaza**

- Embanque el vehículo por el chasis
- Desmonte la rueda

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Haga palanca sobre el pistón para retirarlo de la zapata para que el freno de disco quede libre
- Desmonte los pernos que sujetan la mordaza, en caso de la pinza flotante basta solamente aflojar el perno guía inferior y levantar la mordaza
- Retire la mordaza
- Retire el pistón, este se puede retirar bombeando el pedal de frenos
- Lave el pistón con agua y séquelo con aire comprimido o con un trapo limpio
- Limpie el cilindro con un trapo limpio

### **Verificación**

Observe el cilindro y pistón para detectar picaduras, ralladuras u oxidaciones

### **Montaje**

- Instale el retén nuevo dentro del cilindro
- Instale la polvera dentro del cilindro
- Ponga una película de líquido en el cilindro y pistón
- Introduzca el pistón al cilindro
- Monte la mordaza
- Purgue el sistema
- Monte la rueda
- Desembanque el vehículo

### **Cambios del servo freno de vacío (vacuum)**

- Desmonte el cilindro principal, es posible que solo haya necesidad de separar el cilindro principal sin necesidad de desmontar su tubería

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Desmonte la manguera de vacío
- Desmonte la varilla de empuje del pedal de freno
- Desmonte los elementos de fijación
- Retire el vacuum

## **5. Puentes de las máquinas automotrices. (Diferencial del vehículo)**

Desarmar y armar el diferencial, identificar sus componentes principales. Precisar su mantenimiento y reparación. Su tiempo de realización es de 2 horas y se requiere de llaves fijas, llaves de copa y desarmadores al igual que también debemos contar con instrumentos de medición como el comparador de caratula y calibres, debemos de usar guantes de protección de cuero.

### **Desarrollo de prácticas en el diferencial.**

Usualmente se efectúan trabajos en el diferencial como el cambio de aceite y el ajuste al mismo.

### **Ajuste del grupo diferencial de un puente trasero en el que se puede extraer todo el grupo.**

#### **Desmontaje**

- Ubique el vehículo en un foso o elevador, en este último levantarlo a una altura adecuada.
- Desmonte las ruedas traseras y los tambores de frenos
- Desmonte el árbol de transmisión longitudinal
- Desmonte el tapón drenaje del diferencial y recoja el aceite en un recipiente limpio.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- No tire el aceite al suelo ya que contamina el medio ambiente
- Desmonte los semiejes (palieres) soltando los tornillos de la placa de sujeción y halando el palier.
- En caso de ofrecer demasiada resistencia a salir, use un extractor de impacto para liberarlo. En algunos casos el aplier está anclado al planetario por medio de una seguridad, la que habría que liberarla desmontando la tapa trasera del diferencial en caso que la tenga.
- Desmonte el grupo diferencial en caso que lo tenga.
- Por el peso del diferencial solicite ayuda para desmontarlo.

#### **Desarmado del grupo diferencial.**

- Desmonte la tuerca de fijación del piñón de ataque.
- Quite las seguridades de las tuercas de ajuste de la corona.
- Marque las bancadas con sus tapas y las tuercas de ajuste para asegurarse de montarlas en la misma posición.
- Afloje ligeramente los tornillos de sujeción de las bancadas.
- Desmonte las tuercas de ajuste contando el número de vueltas.
- Desmonte los tornillos de sujeción de las bancadas del eje de la corona y caja de satélites.
- Separe las tuercas de ajuste.
- Desmonte el conjunto corona y la caja de satélites.
- Desmonte el piñón de ataque.
- Desmonte la corona de la caja de satélites.
- Antes de desmontar la corona marque su posición respecto a la caja.
- Quite la seguridad del eje de los satélites.
- Extraiga el eje empujándolo.
- Desmonte los planetarios.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Desmonte los rodamientos del eje de la corona utilizando un extractor adecuado.

### **Verificación.**

- Limpie todas las partes con un solvente apropiado como gasolina.
- Observe todas las piezas para detectar golpes desgastes o deformaciones.
- Preste especial atención a los cojinetes de rodamientos y deslizamiento.
- Cambie de ser posible las arandelas de desgaste que normalmente se interponen entre los satélites, los casquillos de los planetarios y los rodamientos del eje de la corona.
- Observe el estado de los semiejes y sus cojinetes.
- Haga girar los cojinetes lentamente para detectar puntos duros que indiquen picaduras o suciedad de los componentes internos. Muévalos lateralmente para comprobar si hay holguras.
- Observe las especificaciones que pueden tener el piñón y la corona en la parte frontal y sus costados y anótelas.

### **Armado del mecanismo.**

- Monte los planetarios.
- Monte los satélites.
- Compruebe el juego entre los dientes del engranaje de los planetarios y satélites y compárelas con las especificaciones del fabricante.
- Utilice un comparador del reloj.
- Fije la corona a la caja del diferencial.
- Antes de unir la corona con la caja, coloque ambas piezas en sus marcas.
- Monte los rodamientos en el eje de la corona.
- Monte la corona sobre sus bancadas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Mote las tapas de bancada.
- Asegúrese de que las tapas están en su posición según las marcas.
- Ponga los tornillos de sujeción de las bancadas, pero no los apriete.
- Monte las tuercas de ajuste contando el número de vueltas y asegurándolas por la marca que la tuerca corresponde a su lado.
- Compruebe la posición de la corona respecto al eje del piñón de ataque por el método de medición según las indicaciones del fabricante.
- Auxíliese de los datos grabados en la corona.
- Ajuste la corona si es necesario por medio de las tuercas de ajuste.
- Apriete los tornillos de sujeción de las bancadas.
- Compruebe la desviación lateral y la periférica de la corona.
- Utilice un comparador de reloj. Si la desviación esta fuera del rango que permite el fabricante, revise nuevamente los cojinetes y la unión de la corona y la caja si todo está normal y los cojinetes son nuevos hay que cambiar el mecanismo.
- Desmonte la corona volviendo a marcar la posición de las tuercas de ajuste y contando nuevamente el número de vueltas.
- Esto se hace en el caso que haya sido ajustada la posición.
- Monte el piñón de ataque.
- Compruebe la posición del piñón de ataque respecto al eje de la corona por el método de la medición descrito por el fabricante.
- Auxíliese de las tolerancias grabadas en el piñón.
- Ajústelo si es necesario utilizando arandelas de ajuste.
- Monte la corona y ajuste la precarga de los cojinetes de la corona.
- Compruebe el contacto entre los dientes del diferencial por medio de colorante e introduzca arandelas de ajuste.
- Mida el juego entre los dientes.
- Reajuste si es necesario.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Instale las seguridades de las tuercas de ajuste.
- Apriete los tornillos de las bancadas al torque especificado.

### **Montaje.**

- Monte el grupo diferencial, instalando una empaquetadura nueva entre las superficies de contacto del grupo y del puente trasero.
- Coloque los tornillos y apriételes al par (torque) especificado.
- Monte los semiejes introduciéndolo hasta que su rodamiento quede completamente alojado en la cubierta, durante el proceso girar lentamente para que sus estrías engranen con lo del planetario.
- Instale la placa de sujeción del palier con sus tornillos y apretar al par especificado por el fabricante.
- Monte los tambores de frenos y ruedas.
- Monte el árbol de transmisión.
- Llene el depósito de aceite del diferencial por el tapón de llenado hasta que alcance su nivel.
- Comprobar el funcionamiento del conjunto con el vehículo en marcha.

### **Identificación de causas de mal funcionamiento.**

- Cuando se presentan anomalías en el funcionamiento del sistema de transmisión de un vehículo debe procederse a la verificación del mismo y posteriormente a la reparación correspondiente.
- La localización del punto exacto de donde proviene la avería se determina con una inspección visual de las partes afectadas y una prueba del vehículo en carretera que consiste en lo siguiente:

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Llevar el vehículo por carretera a una velocidad aproximada de 40km/h observando si se producen ruidos anormales y zumbidos.
- Aumentar progresivamente la velocidad hasta los 100km/h observándose si se aparecen anomalías y en qué velocidad comienzan a cesar.
- Soltar el acelerador y dejar que disminuya la velocidad del vehículo hasta detenerse (sin usar frenos). Observando en que velocidad aparecen y cesan los ruidos, así como la correspondiente a su mayor intensidad.
- Acelerar de nuevo hasta 100km/h y colocar la palanca de cambio en una posición de punto muerto (neutro), dejando que los vehículos se detengan sin usar los frenos.
- Si en estas últimas condiciones no se oyen ruidos anormales ni zumbidos y en las anteriores pruebas se produjeron, los ruidos proceden del piñón, corona o diferencial, por el contrario, si ahora se oyen los mismos ruidos extraños que en las pruebas anteriores, la avería ha de buscarse en los palieres, transmisión, rodamientos, ruedas, bielas de empuje, etc.
- Cuando los ruidos anormales o los zumbidos se producen en recta durante el " tiro", es muy posible que la avería este en el grupo piñón corona o en los cojinetes de apoyo del conjunto corona-diferencial. Si se produce en la retención (baja de velocidad), el defecto será posiblemente una falla de ajuste entre el piñón de ataque y la corona. Cuando se produce zumbidos en las curvas, la avería suele estar ubicada en el conjunto diferencial.

## **6. Suspensión de las maquinas automotrices**

### **Suspensión de las máquinas automotrices.**

Desarmar y armar los componentes de la suspensión delantera, reconocer sus partes principales. Interpretar su mantenimiento y reparación. Su tiempo de

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

duración es de 2 horas, equipos que se utilizan son Llaves fijas, Llaves de copa, Desarmadores, Extractores. Se requiere instrumentos de medición como el Comparador, Calibres y Torquímetro, sus medios de protección son Guantes de cuero, gafas de protección y Protectores nasales.

### **Desmontaje, inspección y montaje de amortiguadores.**

Se puede comprobar el estado de funcionamiento del amortiguador, cuando está instalado en el vehículo empujando varias veces hacia abajo en la esquina de la carrocería del lado del amortiguador que se quiere probar, si la carrocería disminuye sus oscilaciones rápidamente es señal que está trabajando defectuosamente otra señal de defecto, es observar si presenta fugas de aceite. Si se sospecha el funcionamiento defectuoso es recomendable desmontarlo y comprobarlo afuera. Para desmontar el amortiguador en algunas ocasiones es necesario quitar la rueda y por lo tanto habrá que embancar el vehículo por consiguiente será necesario

### **Levantar y soportar el vehículo.**

- Póngale calzas a las ruedas que quedan sobre el piso, para evitar que el vehículo vaya a rodar, afloje ligeramente los pernos que sujetan la rueda del amortiguador que vaya a desmontar y coloque una gata de levantamiento adecuado debajo del diferencial o en la parte lateral del chasis si solamente se va a levantar de un costado, ajuste la gata de manera que quede muy cerca del punto de levante y asegúrese que quede centrado. Levante el vehículo hasta que la rueda quede por lo menos 5 centímetros por encima del piso después que ha sido embancado el vehículo.
- Coloque tacos (preferiblemente de madera) debajo de los puntos para sostener el vehículo por el sistema de suspensión.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Para sostener el vehículo por el chasis coloque los soportes de piso en los puntos indicados procurando regular al máximo la altura del soporte a la altura del chasis y siempre que se levante un auto, aun cuando sea por poco tiempo deben colocarse soportes de piso bajo el auto para sostener el automóvil. Un gato no está diseñado para mantener soportado al vehículo, además es peligroso estar trabajando cuando el vehículo está levantado por un gato ya que podría caerse y ocasionar accidentes. Baje el vehículo de modo que quede sostenido (embancarlo) por el chasis.

### **Desmontaje.**

- Quite todas las tuercas de la rueda y desmóntela.
- Aplique aceite penetrante a los tornillos y tuercas de montaje del amortiguador.
- Si el vehículo se mantiene embancado por el chasis levante ligeramente el sistema de suspensión del lado del amortiguador para liberar de peso al amortiguador, pero si el vehículo esta embancado por la suspensión vaya directamente al paso siguiente.
- Quite las tuercas y/o tornillos de sujeción del extremo superior del amortiguador.
- Quite el amortiguador.

### **Inspección del amortiguador.**

- Extienda y comprima el amortiguador repetidamente para observa su fortaleza o debilidad.
- Observe si hay fugas de aceite alrededor del vástago, Para tener una idea bastante aproximada de la fortaleza o debilidad de un

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

amortiguador, es bueno compararlo con uno nuevo. Ante cualquier indicio de debilidad es mejor cambiarlo.

- Inspeccione los bujes para observar su estado (poca elasticidad, agrietamiento, rotura).
- Ante cualquier indicio de deterioro es mejor cambiarlos.

### **Montaje del amortiguador.**

- Sostenga el amortiguador en posición del extremo superior e instale los tornillos y/o tuercas de sujeción.
- Extienda el amortiguador y conéctelo al punto de sujeción del extremo inferior.
- Apriete los tornillos de sujeción al par de torsión especificado.
- Monte la rueda y apriete las tuercas o tornillos ligeramente.
- Quite los soportes de piso y baje el automóvil.
- Apriete los tornillos y/o tuercas de la forma adecuada rueda al par recomendado

### **Desmontaje, desarmado, inspección, armado y montaje de una ballesta.**

Los trabajos comunes en las ballestas se deben a que algunas veces se rompe el tornillo central o capuchino, otras veces se rompe la hoja maestra, los bujes de las articulaciones de las ballestas se deterioran o que los amortiguadores no están funcionando bien. Cuando se rompe el perno central generalmente se corre el eje y el vehículo se nota que corre de lado. Cuando los amortiguadores funcionan defectuosamente la suspensión se vuelve seca y golpea mucho sobre todo cuando las ruedas se van en los baches y cuando los bujes se deterioran la suspensión golpea aún en irregularidades pequeñas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Desmontaje de la ballesta.**

- Embanque el vehículo tal como se indicó en la práctica 6.1
- Levante ligeramente el eje trasero de modo que no queden totalmente extendidos los amortiguadores.
- Desconecte el extremo inferior del amortiguador.
- Baje el eje diferencial permitiendo que se relaje la ballesta.
- Quite las tuercas de los tornillos o bridas en U que sujetan la ballesta con el eje diferencial.
- Las roscas de los tornillos en U deben limpiarse para facilitar el desmontaje. Puede que haya necesidad de colocarle un poco de aceite penetrante. Afloje las tuercas de forma pareja y gradual.
- Quite los tornillos en U y su placa correspondiente.
- Observe la posición de cualquier espaciador que pudiese tener el muelle para colocarlo de la misma manera.
- Quite las tuercas y/o pernos de las bridas gemelas.
- Quite el conjunto de las bridas gemelas y baje la parte posterior de la ballesta al piso.
- Quite el perno frontal de la ballesta y bájela al piso.

### **Desarmado de la ballesta.**

- Quite los bujes de los ojos de la ballesta.
- Si los bujes van metidos a presión habrá que sacarlos en una prensa hidráulica.
- Desmonte los pernos de las abrazaderas.
- Desmonte el perno central.
- En algunas ocasiones el perno central esta sellado y por tanto habrá que cortarlo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Inspección.**

- Compruebe la fortaleza de los amortiguadores.
- Inspeccione los bujes para comprobar su elasticidad o deterioro por agrietamiento o rotura de los mismos.

### **Armado de la ballesta.**

- Coloque una pequeña película de grasa entre las hojas de resorte.
- Monte la ballesta en una prensa y sujete todas sus hojas.
- Instale su tornillo central y enrosque la tuerca unas cuantas vueltas.
- Sujete la ballesta por el tornillo central y apriételo al par recomendado.
- Si el perno sobresale más de 1 centímetro habrá que cortarlo.
- Coloque los pernos de las abrazaderas.

### **Montaje de la ballesta.**

- Instale los bujes.
- Coloque la ballesta en posición de montaje e instale el perno frontal.
- Cuando coloque los pernos de los bujes no los apriete hasta que la suspensión tenga el peso del chasis.
- Levante la parte posterior de la ballesta e instale las bridas gemelas.
- Coloque el perno central en el alojamiento de eje.
- Puede que haya necesidad de correr un poco el eje.
- Instale las bridas en U y apriételas.
- Las tuercas de los tornillos en U tienen que apretarse parejas y con el par recomendado.
- Levante el diferencial y conecte el extremo inferior del amortiguador.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Monte la rueda y apriete las tuercas o tornillos ligeramente.
- Los pernos o tuercas que sujetan la rueda deben apretarse de forma pareja y gradual.
- Levante el automóvil quite sus soportes y bájelo al piso.
- Apriete los pernos de las bridas gemelas y de la parte frontal de la ballesta.
- Apriete las tuercas de la rueda al par recomendado.

### **Desmontaje, inspección y montaje de la suspensión rígida de resortes helicoidales y brazos guías.**

Los problemas comunes en el sistema de suspensión rígida por resortes helicoidales se deben a la rotura de los resortes, mal funcionamiento de los amortiguadores y deterioro de los bujes de las articulaciones.

#### **Desmontaje del sistema.**

- Afloje ligeramente la rueda delantera.
- Levante el automóvil por el eje diferencial.
- Coloque los soportes de piso para sostener el automóvil por el chasis y separe la gata.
- Ajuste la altura de los soportes de manera que cuando el vehículo descansa sobre los mismos las ruedas queden levantadas por lo menos 10 centímetros.
- Desmonte la rueda.
- Levante ligeramente el eje diferencial para liberar de peso al amortiguador.
- Desconecte el extremo inferior del amortiguador.
- Desconecte el extremo superior del amortiguador.
- Desconecte el brazo superior del lado que se está desmontando.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Analice si es necesario desconectar las mangueras de frenos.
- Baje el eje de manera que se libere el resorte.
- El eje no debe bajarse totalmente al piso puede quedar soportado sobre tacos o bien sobre la misma rueda. Si al bajar el eje no queda liberado el resorte será necesario levantar más el vehículo.
- Separe el resorte y sus aisladores.
- Desconecte los brazos inferiores y transversales si lo posee

### **Inspección.**

- Compruebe la longitud del resorte y compárela con las especificaciones del fabricante.
- Compruebe que el resorte este recto.
- Si el resorte no cumple con las condiciones anteriores es mejor cambiarlo.
- Compruebe la fortaleza del amortiguador.
- Inspeccione los bujes del amortiguador y de los brazos guías.
- Ante cualquier indicio de deterioro es mejor cambiarlos. Si los bujes van colocados a presión hay que utilizar una prensa hidráulica para desmontarlos y montarlos.

### **Montaje.**

- Instale los bujes nuevos en los brazos guías.
- Conecte el extremo de los brazos inferiores al chasis.
- Alinee el eje diferencial para conectarle los brazos inferiores.
- Coloque el resorte y sus aisladores.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Levante el eje y conecte los brazos superiores, transversal y el amortiguador.
- Si se desconectó la manguera de frenos vuélvela a conectar y purgue de aire al sistema de frenos.
- Monte la rueda y apriétela ligeramente.
- Levante el automóvil y retire los soportes.
- Apriete los pernos y/o tuercas de la rueda al par recomendado.

### **Comprobación, desmontaje y montaje de las rótulas.**

La mayoría de las direcciones delanteras usan rótulas y con el uso de van desgastando y se va creando un juego excesivo dentro de ellas, cuando esto ocurre es mejor cambiarlas. El golpeteo en el sistema de suspensión y mucho juego en el volante son indicadores que ameritan la comprobación del juego de las rótulas. Algunas rótulas traen su chiche de engrase, para este caso se recomienda lubricarlas periódicamente.

### **Levante del vehículo.**

- Si la rótula está ubicada en un trapecio articulado y el resorte está colocado entre medio de los brazos transversales, levante el vehículo por el brazo transversal de las rótulas que se quieren comprobar para liberar de presión a la rótula cargadora. Pero si el resorte está colocado entre el chasis y el brazo superior o es un sistema tipo McPherson levante el vehículo por el chasis.
- Maniobre la rueda empujándola y halándola alternativamente de forma vertical y observe que no haya juego.
- Si hay mucho juego cambie las rótulas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Desmontaje de la rótula (Caso de rótula cónica).**

- Según convenga se puede desmontar una rótula primero y montar inmediatamente la nueva y hacer lo mismo con la otra.
- Quite la seguridad de la tuerca (si tiene).
- Algunas veces la tuerca es autoblocante y no tiene seguridad.
- Afloje la tuerca del perno de la rótula unas cuatro vueltas.
- Despréndela de su asiento utilizando un extractor adecuado o bien golpeando con un martillo la mangueta o nudillo de dirección en la parte externa del punto de fijación de la rótula.
- Desenrosque completamente la tuerca de la rótula y sáquela de su asiento.
- Desmóntela de su parte de fijación en el brazo transversal.

### **Montaje de la rótula.**

- Instale la rótula en la posición que ocupa en el brazo transversal.
- Apriete las tuercas o tornillos al par recomendado.
- Colóquela en su asiento y ponga la tuerca.
- Apriete la tuerca al par recomendado.
- Coloque la seguridad de la tuerca (si el sistema lo tiene).
- Cuando la seguridad se daña se le puede aprovisionar de un alambre galvanizado del más grueso que permita el orificio.
- Baje el vehículo.

### **Desmontaje, inspección y montaje del trapecio articulado.**

#### **Desmontaje del trapecio.**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Afloje ligeramente la rueda delantera.
- Embanque el vehículo con soportes de piso para que quede sostenido por el bastidor.
- Desmonte el amortiguador.
- Desconecte los eslabones de la barra estabilizadora.
- Desprenda la rótula de su acoplamiento cónico tal como se indicó en la práctica.
- Levante por el brazo inferior el sistema de suspensión de manera que se comprima ligeramente el resorte.
- Quite completamente la tuerca de la rótula.
- Baje la gata poco a poco hasta dejar libre de presión al brazo.
- Desmonte el resorte y sus aisladores.
- En algunos casos el resorte sale bajo cierta presión. El uso de una palanca le ayudará para quitar el resorte.
- Desmonte las rótulas de sus brazos correspondientes.
- Afloje las tuercas, y/o pernos que fijan los brazos superior e inferior o desmonte dichas piezas.
- Si los brazos tienen sistema de regulación de la geometría de la rueda, trate de no moverla para no desconectarla, de lo contrario habrá que llevar a alinear el vehículo.
- En algunos casos será necesario comprimir el resorte para realizar el desmontaje y montaje, para ellos se requiere de una herramienta especial para comprimir resortes, o se tendrá que usar un sistema de amarre para mantenerlo comprimido. Si el amarre se realiza defectuosamente puede ser peligroso.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Inspección.**

- Mida la longitud de los resortes y compárelos con las especificaciones del fabricante.
- Observe que el resorte esté recto.
- Si no reúne la condición anterior la rótula debe cambiarse.
- Observe los bujes de los brazos transversales y los bujes de las uniones de la barra estabilizadora.
- Ante cualquier señal de deterioro (poca elasticidad, rotura) deben cambiarse.

### **Montaje.**

- Instale las rótulas en su brazo transversal correspondiente.
- Instale los brazos de control.
- Coloque el resorte y sus aisladores en su posición.
- Puede que haya necesidad de fijar el resorte y amortiguador con cinta adhesiva para evitar que el aislador salga de su posición.
- Levante con la ayuda de una gata el brazo inferior y coloque las rótulas en su posición dentro de la mangueta o nudillo de dirección.
- Apriete las tuercas de las rótulas al par de torsión recomendado.
- Si la rótula tiene seguridad hay que colocarla en su lugar. La seguridad puede dañarse, pero puede ser sustituida por trozo de alambre galvanizado que se ajuste a la medida del orificio de la seguridad.
- Instale el amortiguador.
- Conecte el eslabón de la barra estabilizadora.
- Quite la gata, monte la rueda y ajuste los pernos que fijan a la misma.
- Baje el vehículo y apriete los tornillos de la rueda al torque especificado.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Desmontaje y montaje del sistema McPherson.**

#### **Desmontaje.**

- Levante el vehículo, dejando que la rueda delantera quede suspendida libremente.
- Desmonte la rueda.
- Extraiga el anillo E que asegura la manguera del freno y desmóntela del soporte de la suspensión.
- Extraiga los pernos que unen la pata telescópica con la mangueta.
- Extraiga los pernos del soporte del puntal (torre), ubicado en la parte superior del guardafangos delantero.
- Sostenga el puntal con la mano para evitar que se caiga.
- Desmonte el conjunto McPherson.

#### **Desarmado.**

- Coloque la herramienta para comprimir resortes, como se indica en la ilustración.
- Comprima el resorte hasta liberar su tensión.
- Mida la longitud del resorte comprimido y anótela.
- Mientras el extremo superior del amortiguador y desmonte los componentes.

#### **Armado.**

- Comprima el resorte hasta la longitud previamente registrada.
- Haga coincidir el extremo del resorte con la parte escalonada del asiento inferior.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

- Extienda el vástago del amortiguador e instale los elementos del soporte superior.
- Apriete la tuerca al par especificado y aplique un recubrimiento a prueba de agua (pintura o laca).
- Afloje y retire la herramienta que comprime el resorte.

### **Montaje.**

- Instale la torre o puntal a la carrocería del automóvil, monte las tuercas que lo sostienen y apriételas al par establecido.
- Instale la manguera de frenos, la rueda y baje el vehículo.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## 7. Diagnóstico

Toda evaluación parte de un diagnóstico, en el caso de las practicas efectuadas los evaluados, se diagnosticaron tres riesgos posturales a tener en cuenta los cuales son los movimientos repetitivos, las posturas incómodas y estáticas obteniendo como resultado general del diagnóstico la siguiente tabla.

Tabla No. 18 Tabla de Diagnóstico

TRABAJADOR	PRÁCTICA DE LABORATORIO	MOV. REPETITIVO	POSTURAS INCOMODAS	POSTURAS ESTÁTICAS
Pablo Mota Muñoz	Soldadura	Flexión del brazo Inclinación de la cabeza	Inclinación de la espalda Agacharse	Mantenerse de pie
Pablo Mota Muñoz	Moldeo	Flexión del brazo, Inclinación de la cabeza	Inclinación de la espalda Agacharse	Mantenerse de pie
Pablo Mota Muñoz	Fundición	Flexión de brazos	Inclinación de la espalda	Mantenerse de pie
Oscar Danilo Pineda Romero	Puentes de las máquinas automotrices	Flexión de brazos agacharse	Inclinación de la espalda y cuello	Mantenerse de pie Acostado
Oscar Danilo Pineda Romero	Suspensión de las máquinas automotrices	Flexión de brazo	Inclinación de la espalda y cuello	Sentado
Oscar Danilo Pineda Romero	Frenos de las máquinas automotrices	Flexión de brazos	Inclinación de la espalda y cuello	Sentado

Fuente: Elaboración propia.

## 8. Diagnostico por Actividad

Según lo observado en la visita a cada una de las prácticas realizada en los laboratorios y taller del Departamento de Talleres de la Facultad de tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, estas fueron las actividades más usadas en el puesto de trabajo de los evaluados. Tomando en cuenta si hay movimiento rotativo o flexible se realizó esta tabla, sabiendo que + representa la existencia de este tipo de movimiento en cada actividad y que - significa la no existencia

Tabla No. 19 Tabla Diagnostico por Actividad

Actividad	Pablo Mota Muñoz			Oscar Danilo Dante Pineda			
	Grupo A			Grupo A			
	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Brazo	Antebrazo	Muñeca	
Flexión y extensión de Brazo	Mov. Flexible	+	+	-	+	+	
	Mov. Rotatorio	-	+	+	-	-	
		Grupo B			Grupo B		
		Tronco	Espalda	Pies	Tronco	Espalda	Pies
	Mov. Flexible	-	+	-	+	+	-
	Mov. Rotatorio	-	-	-	-	-	-
Inclinación de espalda y cuello	Pablo Mota Muñoz			Oscar Danilo Dante Pineda			
	Grupo A			Grupo A			
		Brazo	Antebrazo	Muñeca	Brazo	Antebrazo	Muñeca
	Mov. Flexible	-	-	+	+	+	+
	Mov. Rotatorio	-	-	+	-	-	+
		Grupo B			Grupo B		
	Tronco	Espalda	Pies	Tronco	Espalda	Pies	
Mov. Flexible	+	+	-	+	+	-	
Mov. Rotatorio	-	-	-	-	-	-	
Estar de pie	Pablo Mota Muñoz			Oscar Danilo Dante Pineda			
	Grupo A			Grupo A			
		Brazo	Antebrazo	Muñeca	Brazo	Antebrazo	Muñeca
	Mov. Flexible	+	+	-	+	+	+
	Mov. Rotatorio	-	+	+	-	-	+
		Grupo B			Grupo B		
	Tronco	Espalda	Pies	Tronco	Espalda	Pies	
Mov. Flexible	-	+	-	+	+	-	
Mov. Rotatorio	-	-	-	-	-	-	
Agachado	Pablo Mota Muñoz			Oscar Danilo Dante Pineda			
	Grupo A			Grupo A			
		Brazo	Antebrazo	Muñeca	Brazo	Antebrazo	Muñeca
	Mov. Flexible	-	-	-	+	+	+
	Mov. Rotatorio	-	-	-	-	-	+
		Grupo B			Grupo B		
	Tronco	Espalda	Pies	Tronco	Espalda	Pies	
Mov. Flexible	-	-	-	+	+	+	
Mov. Rotatorio	-	-	-	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo II. Aplicación de formatos RULA

### 1. Práctica de Moldeo

#### Informe de Evaluación Ergonómica

#### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de Moldeo efectuada en el taller de Fundición del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

*11/05/2020 08:30*

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimientos repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Laboratorio de Fundición

Empresa: UNI

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Práctica de moldeo

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Pablo Mota Muñoz

Edad: 40 años

Antigüedad en el puesto: 10 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 4 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 11/05/2020 08:30

## Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en la tarea evaluada, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica para puestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son tres grupos con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5

personas, la practica tiene un tiempo de ejecución de 2 horas y se realiza a dos células de estudiantes por jornada laboral, durante 3 semanas máximo.

## Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de la práctica de moldeo, que se realiza en el laboratorio de Fundición que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta Tarea será realizada por el Ing. Pablo Mota Muñoz quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

En esta práctica se usa protección de acorde al tipo de tarea que se realiza, se usa una pesa y un mezclador de arena, una mesa y una caja de, moldeo también es necesario una carretilla para la arena, grafito, alcohol y herramientas como una espátula son requeridas.

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 2 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza dos veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 4 horas, todo esto durante 3 semana.

## Imágenes de la Evaluación

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.



Figura No. 21 Mezcla de la arena para la elaboración de moldeo

Para realizar el moldeo se debe crear una mezcla que sirva para en ella poder moldear la pieza que vamos a crear, este proceso requiere de inclinar la espalda y de una manera estática con respecto a esa posición.

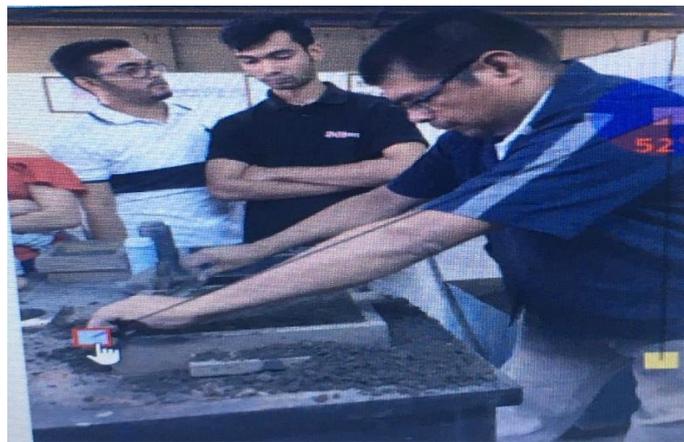


Figura No. 22 compactado de arena de relleno.

Se eliminan los restos de arena de relleno y con una pequeña presión se pasa a compactar la arena en la caja de moldeo, se ve como se forma un ángulo de los brazos y se mantiene una postura estática.

## Resultados de la Evaluación Ergonómica

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

## Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

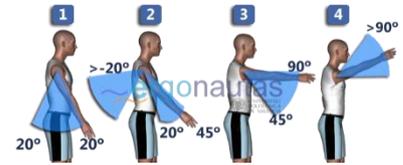


Figura No. 23 Puntuación del brazo Practica de Moldeo

**Posición del brazo:** El brazo está entre 45 y 90 grados de flexión. El brazo está abducido.

**Puntuación del Brazo: 4**

## Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo

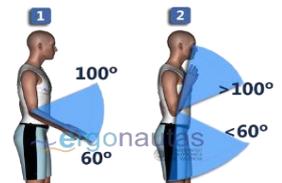


Figura No. 24 Puntuación del Antebrazo Practica de Moldeo

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión. El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.

**Puntuación del Antebrazo: 2**

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si

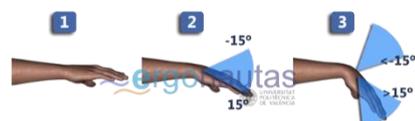


Figura No. 25 Puntuación de la Muñeca Practica de Moldeo

existe desviación radial o cubital.

**Posición de la muñeca:** La muñeca está flexionada o extendida de 0 a 15 grados. La muñeca está en desviación radial o cubital.

**Puntuación de la Muñeca: 3**

### Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



Figura No. 26 puntuación del Giro de la Muñeca  
Practica de Moldeo

**Giro de la muñeca:** La muñeca está en el rango medio de giro.

**Puntuación del Giro de la Muñeca: 1**

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla A](#) del grupo es:

Tabla No. 20 Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Moldeo)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

**Puntuación del Grupo A (lado izquierdo)**

**4**

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.

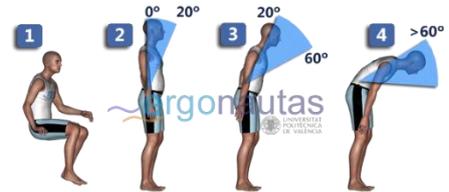


Figura No. 27 Puntuación del Tronco  
Practica de Moldeo

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado por encima de los 60 grados. Hay torsión.

**Puntuación del Tronco: 5**

### Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

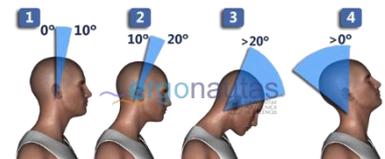


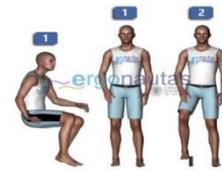
Figura No. 28 Puntuación del Cuello  
Practica de Moldeo

**Posición del cuello:** El cuello está flexionado por encima de 20 grados.

**Puntuación del Cuello: 3**

## Piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.



**Posición de las piernas:** El trabajador está con los pies bien apoyados.

Figura No. 29 Puntuación del Cuello  
Practica de Moldeo

**Puntuación de las Piernas: 1**

## Puntuación del grupo B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la **Tabla B** del grupo es:

Tabla No. 21 Tabla B (Calculo de Grupo B/Practica de Moldeo)

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

**Puntuación del GRUPO B:**

**6**

## Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad estática, sucede repetidamente de 4 veces o más.

**Puntuación del Tipo de Actividad: 1**

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.

**Puntuación de la Fuerza Ejercida: 0**

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

**Puntuación C (lado izquierdo) 5**

**Puntuación D: 7**

### Puntuaciones finales, riesgo y nivel de actuación (lado izquierdo)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la **TABLA C** se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 22 Tabla C (Puntuación Final/Practica de Moldeo)

	1	2	3	4	5	6	7 +
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8 +	5	5	6	7	7	7	7

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación Final:

7

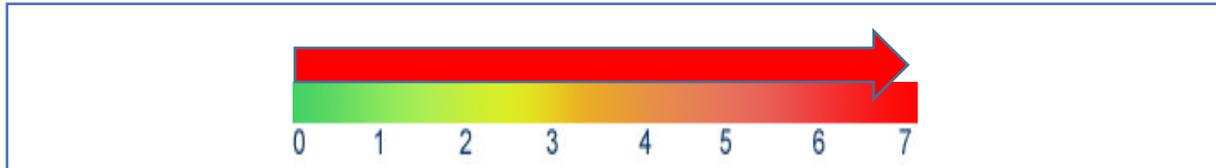


Figura No. 30 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Tabla No. 23 Tabla de Nivel de Actuación/Practica de Moldeo

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Nivel de actuación:

4

Riesgo	Actuación
Muy Alto	Se requieren cambios de inmediatos en las tareas y puestos de trabajo

Figura No. 31

### Resumen de puntuaciones y valoración (lado izquierdo)

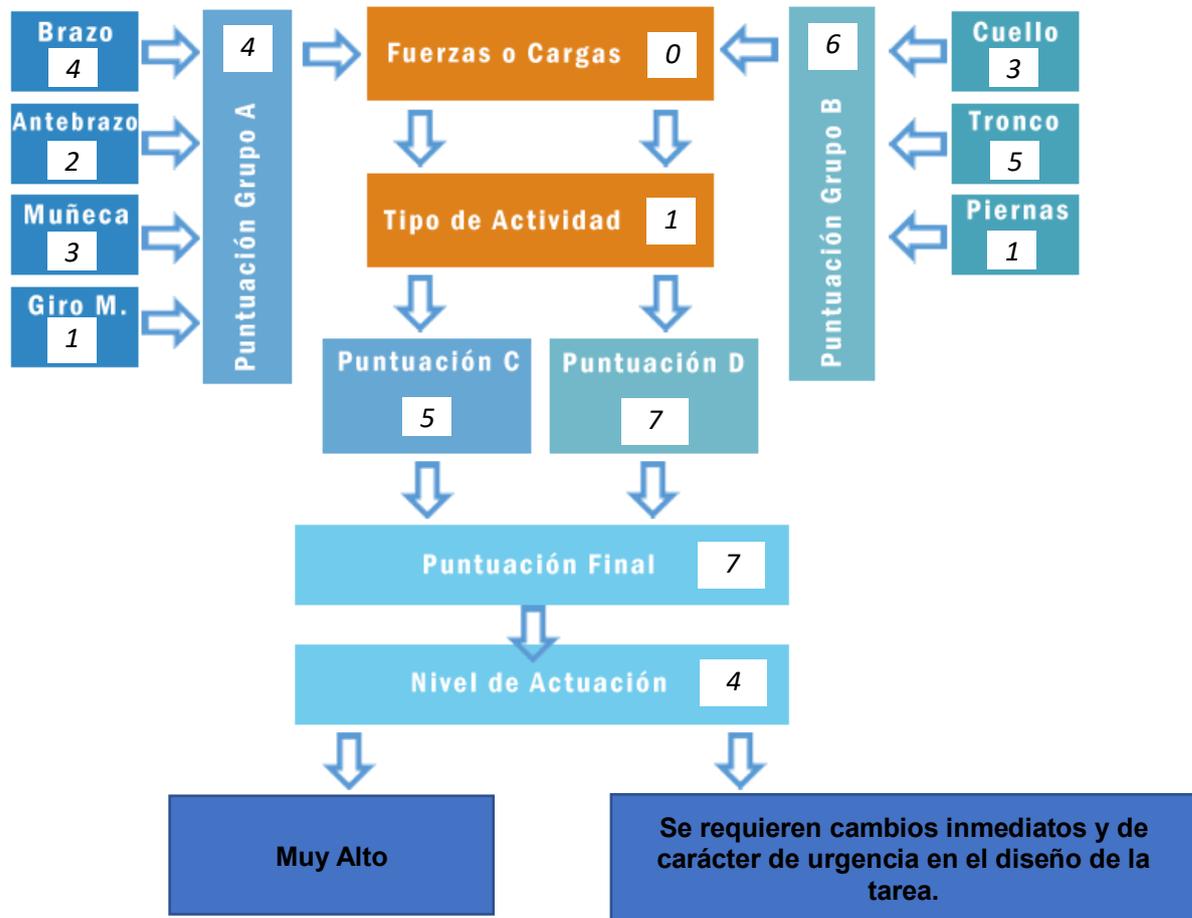


Figura No. 32 Resumen de Puntuación/Practica de Moldeo

### Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó una serie de malas posturas al momento de realizar la tarea de Moldeo, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente por lo cual se debe de actuar de manera inmediata a como el protocolo de nivel 4 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 24 Tabla de conclusión/Practica de Moldeo

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas	Entumecimiento, distensión, rigidez muscular y Alteraciones de estructuras corporales en los músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios huesos y circulación, rigidez en los hombros
	Las muñecas están contantemente superando el Angulo medio de Inclinación	síndrome del túnel carpiano
	El cuello permanece Flexionado por encima de 20 grados	Dolor, espasmo muscular y lesiones discales
	Hombros por encima del nivel adecuado	tendinitis, periartritis y Bursitis
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	La actividad es repetitiva.	Varices, entumecimiento.
Carga	Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Hernia discal, dolor muscular, protrusión discal y lumbalgia.

## 2. Práctica de Fundición

### INFORME DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA

#### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de Fundición efectuada en el taller de Fundición del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

*11/05/2020 11:30*

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimiento repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Laboratorio de Fundición

Empresa: UNI

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Práctica de Fundición

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Pablo Mota Muñoz

Edad: 40 años

Antigüedad en el puesto: 10 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 4 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 11/05/2020 11:30

### Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de riesgo postural en los trabajadores que realizan tareas músculo esqueléticas y puedan presentar problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica para puestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son tres grupos con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5

## Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

personas, la practica tiene un tiempo de ejecución de 2 horas y se realiza a dos células de estudiantes por jornada laboral, durante 3 semanas máximo.

### Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de la práctica de Fundición, que se realiza en el laboratorio de Fundición que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta Tarea será realizada por el Ing. Pablo Mota Muñoz quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

En esta práctica de laboratorio, los equipos y herramientas que se utilizan en las actividades son las adecuadas para el puesto, entre ellas tenemos: pinzas, horno, equipo de seguridad, crisol y otras ya mencionadas anteriormente.

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 2 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza dos veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 4 horas, todo esto durante 3 semana.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Imágenes de la Evaluación

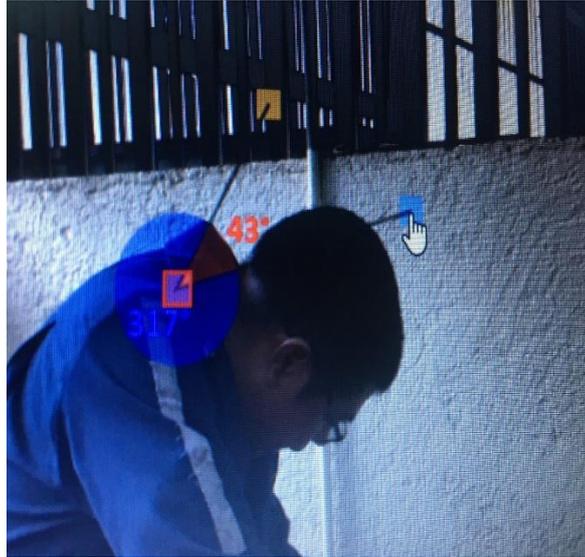


Figura No. 33 Cuello Inclinado/Practica de Fundición

En el momento que se realiza la fundición una de las partes que más sufre de una postura incomoda es el cuello ya que al estar ubicado el horno en posición



Figura No. 34 Horno de 4 Válvulas/Practica de Fundición

inferior a la cintura del evaluado, hace que este tenga que inclinar su cuello para observar el estado del líquido de fundición.

Es el momento donde se introduce el aluminio fundido en la caja de moldeo para la elaboración de la pieza.

## Resultados de la Evaluación Ergonómica

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

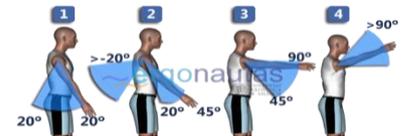


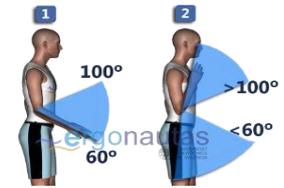
Figura No. 35 Puntuación de Brazo  
Practica de Fundición

**Posición del brazo:** El brazo está entre 20 y 45 grados de flexión. El brazo está abducido.

**Puntuación del Brazo: 3**

## Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del



antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

Figura No. 36 Puntuación del Antebrazo  
Practica de Fundición

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

**Puntuación del Antebrazo: 2**

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.



Figura No. 37 Puntuación de la Muñeca  
Practica de Fundición

**Posición de la muñeca:** La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

**Puntuación de la Muñeca: 2**

## Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



Figura No. 38 Puntuación del Giro de la Muñeca  
Practica de Fundición

**Giro de la muñeca:** La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

**Puntuación del Giro de la Muñeca: 2**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla A](#) del grupo es:

Tabla No. 25 Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Fundición)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado dere **3**)

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si

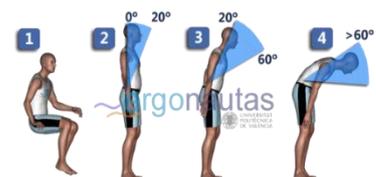


Figura No. 39 Puntuación del Tronco Practica de Fundición

existe rotación o inclinación lateral del tronco.

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.

**Puntuación del Tronco: 3**

## Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

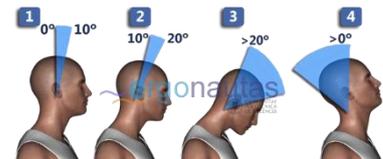


Figura No. 40 Puntuación del Cuello  
Practica de Fundición

**Posición del cuello:** El cuello está flexionado por encima de 20 grados.

**Puntuación del Cuello: 3**

## Piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.



Figura No. 41 Puntuación  
de las Piernas  
Practica de Fundición

**Posición de las piernas:** El trabajador está con los pies bien apoyados.

**Puntuación de las Piernas: 1**

## Puntuación del grupo B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la **Tabla B** del grupo es:

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 26 Tabla B (Calculo de Grupo B/Practica de Fundición)

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación del GRUPO B: **4**

### Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Puntuación del Tipo de Actividad: **0**

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga o fuerza es de 2 kg a 10 kg intermitentemente.

Puntuación de la Fuerza Ejercida: **1**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

Puntuación C (lado derecho) **4**

Puntuación D: **5**

Puntuación final, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la TABLA C se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 27 Tabla C (Puntuación Final/Practica de Fundición)

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación Final: **5**

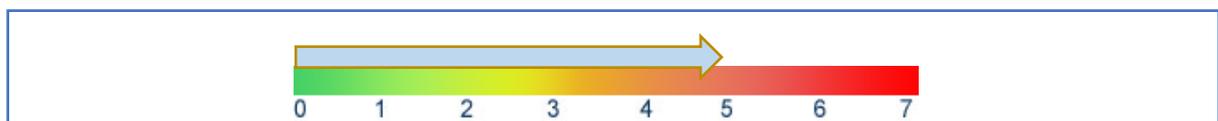


Figura No. 42 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 28 Tabla de Nivel de Actuación/Practica de Fundición

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Nivel de actuación:

**3**

Riesgo	Actuación
Alto	Se requiere un rediseño en la tarea. Necesaria actuación.

Figura No. 43

## Resumen de puntuaciones y valoración (lado derecho)

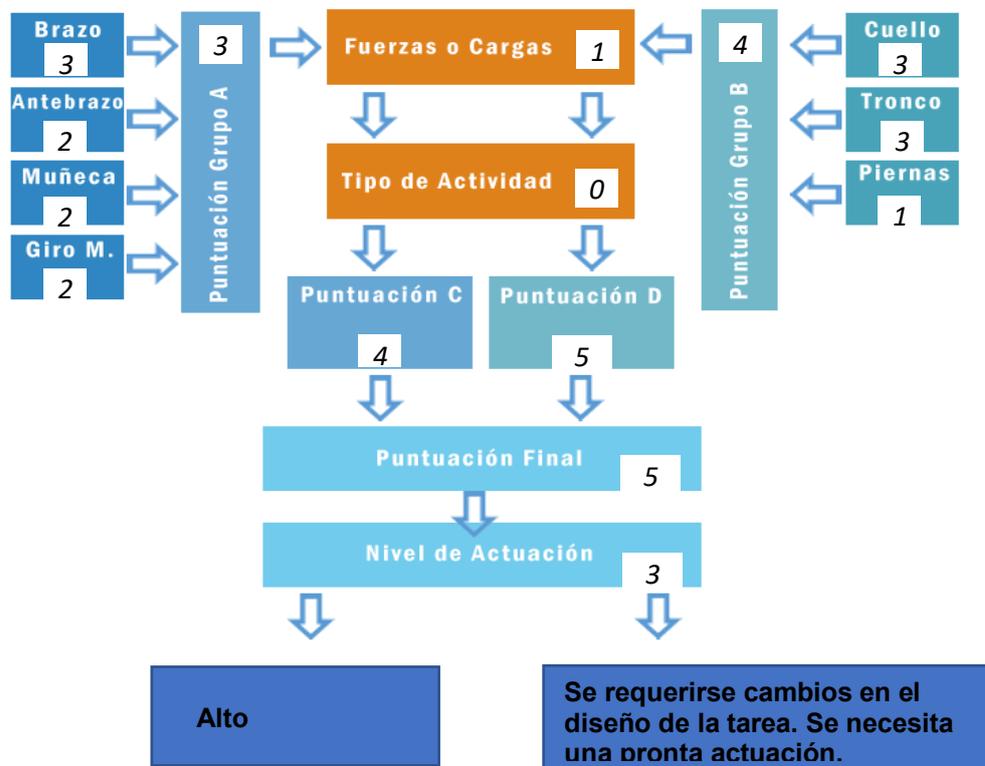


Figura No. 44 Resumen de Puntuación/Practica de Fundición

## Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó una serie de malas posturas al momento de realizar la tarea de Fundición, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente por lo cual se debe de actuar de manera pronta y rediseñar algunas tareas a como el protocolo de nivel 3 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 29 Tabla de Conclusión/Practica de Fundición

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Las muñecas están constantemente superando el Angulo medio de Inclinación	Síndrome del túnel carpiano
	El cuello permanece extendido mucho tiempo	Dolor, espasmo muscular y lesiones discales
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	Las actividades son estáticas y sin prolongaciones, por lo cual no hay riesgo en base a esto.	
Carga	Se estima una carga menor a 10kg, y mal posicionamiento en la carga	Lumbalgia.

### 3. Práctica de Soldadura

#### INFORME DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA

##### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de soldadura efectuada en el taller de Soldadura del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

*8/05/2020 09:18*

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimiento repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Laboratorio de Soldadura

Empresa: Universidad Nacional de Ingeniería

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Práctica de Soldadura

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Pablo Mota Muñoz

Edad: 40 años

Antigüedad en el puesto: 10 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 8/05/2020 09:18

### Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de riesgo postural en los trabajadores que realizan tareas musculo esqueléticas y puedan presentar problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica para puestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son 3

grupos de Ingeniería Industrial y 4 grupos de Ingeniería Mecánica con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5 personas, la practica tiene un tiempo de ejecución de 2 horas y se realiza a 4 células de estudiantes por jornada laboral, durante 4 semanas máximo.

## Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de la práctica de Soldadura, que se realiza en el laboratorio de Soldadura que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta Tarea será realizada por el Ing. Pablo Mota Muñoz quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

En esta práctica de laboratorio, los equipos y herramientas que se utilizan en las actividades son las adecuadas para el puesto, entre ellas tenemos: porta electrodo, electrodos y otras ya mencionadas anteriormente; cabe recalcar que el lugar en el que se realiza la práctica no cuenta con el espacio ni el ambiente apropiado.

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 2 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza cuatro veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 8 horas, todo esto durante 4 semana.

## Imágenes de la Evaluación

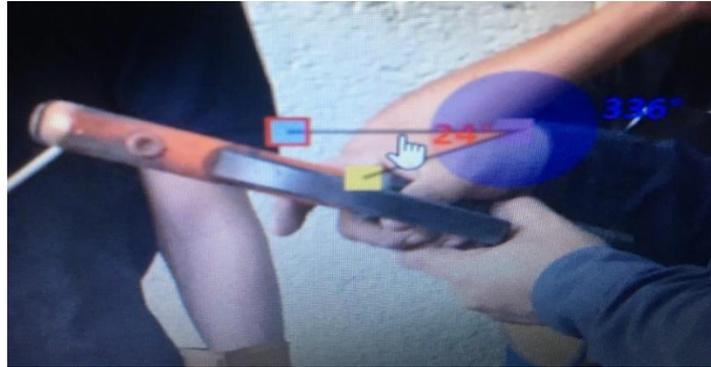


Figura No. 45 Ángulo de la muñeca en el agarre del porta electrodo

La muñeca es una de las partes del cuerpo que más se utilizan en esta práctica, al tomar el porta electrodo y efectuar la creación del cordón de soldadura se crea un ángulo el cual se muestra en la imagen.



Figura No. 46 Postura del brazo al momento de la creación del cordón

Es la postura que más tiempo de utiliza. El docente realiza la soldadura empleando un tipo de postura estática. El brazo forma un ángulo el cual es el que se evaluara y teniendo en cuenta su actividad muscular. El brazo hace flexión y extensión.

## Resultados de la Evaluación Ergonómica

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

## Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

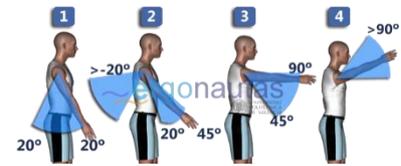


Figura No. 47 Puntuación del Brazo  
Practica de Soldadura

**Posición del brazo:** El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión. El brazo está abducido.

**Puntuación del Brazo: 4**

## Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

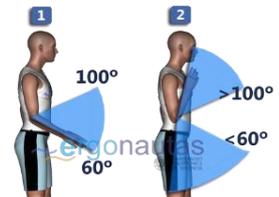


Figura No. 48 Puntuación del  
Antebrazo  
Practica de Soldadura

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

**Puntuación del Antebrazo: 3**

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.

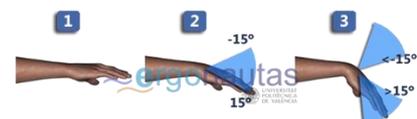


Figura No. 49 Puntuación de la Muñeca  
Practica de Soldadura

**Posición de la muñeca:** La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

Puntuación de la Muñeca: **4**

### Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



**Giro de la muñeca:** La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

Figura No. 50 Puntuación del Giro de Muñeca  
Practica de Soldadura

Puntuación del Giro de la Muñeca: **1**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla A](#) del grupo es:

Tabla No. 30 Tabla A (Calculo de Grupo A/Practica de Soldadura)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

**6**

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.



Figura No. 51 Puntuación del Tronco  
Practica de Soldadura

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado entre 10 y 20 grados.

**Puntuación del Tronco: 2**

### Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

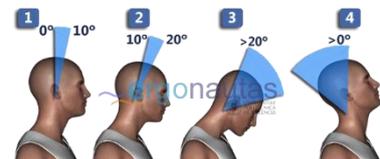


Figura No. 52 Puntuación del Cuello  
Practica de Soldadura

**Posición del cuello:** El cuello está flexionado de 10 a 20 grados.

**Puntuación del Cuello: 2**

### Piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso



Figura No. 53 Puntuación de las Piernas  
Practica de Soldadura

entre ellas y los apoyos existentes.

**Posición de las piernas:** El trabajador esta con los pies bien apoyados.

**Puntuación de las Piernas: 1**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la **Tabla B** del grupo es:

**Tabla No. 31 Tabla B (puntuación de grupo B/Practica de Soldadura)**

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

**Puntuación del GRUPO B**

**2**

## Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

**Puntuación del Tipo de Actividad: 0**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.

**Puntuación de la Fuerza Ejercida: 0**

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

**Puntuación C (lado izquierdo) 4**

**Puntuación D: 2**

Puntuación final, riesgo y nivel de actuación (lado Izquierdo)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la TABLA C se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 32 Tabla C Puntuación Final/Practica de Soldadura

	1	2	3	4	5	6	7 +
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8 +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

**Puntuación Final: 4**

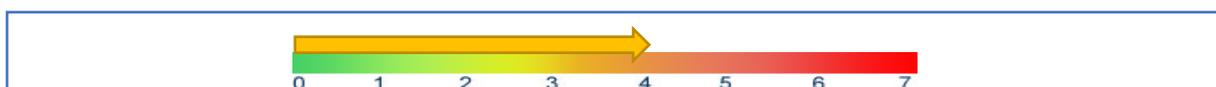


Figura No. 54 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador;

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Tabla No. 33 Tabla de Nivel de Actuación

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

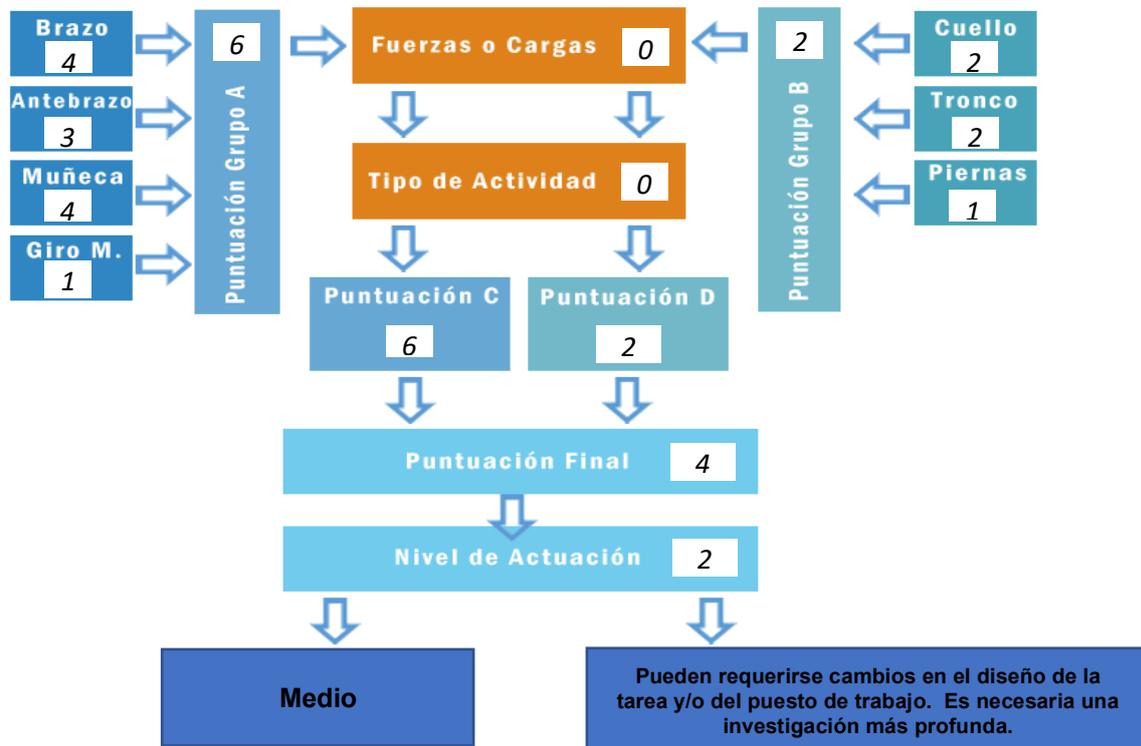
Nivel de actuación:

2

Riesgo	Actuación
Medio	Pueden requerirse cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo. Es necesaria una investigación más profunda.

Figura No. 55

## Resumen de puntuaciones y valoración (lado izquierdo)



## Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó algunas malas posturas al momento de realizar la tarea de Fundición, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente, pueda que se deba hacer un estudio más profundo o simplemente rediseñar algunas tareas como el protocolo de nivel 2 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 34 Tabla de Conclusión/Practica de Soldadura

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Brazos abducidos poco tiempo	Entumecimiento, distensión, rigidez muscular.
	Hombros por encima del nivel adecuado	tendinitis, periartritis y Bursitis
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	En esta parte del cuerpo no se presenta muchos riesgos, lo más notable es una pequeña mala inclinación de la espalda.	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	Las actividades son estáticas y sin prolongaciones, por lo cual no hay riesgo en base a esto.	
Carga	Se estima una carga menor a 2 kg	Dolor muscular, y lumbalgia.

#### 4. Frenos de las Máquinas automotrices.

##### Informe de Evaluación Ergonómica

##### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de frenos en el taller de máquinas automotrices del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

*1/04/2020 11:00*

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimiento repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Taller de Máquinas Automotrices

Empresa: UNI

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Frenos de las máquinas automotrices.

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Oscar Danilo Pineda Dante

Edad: 28 años

Antigüedad en el puesto: 3 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 1/04/2020 11:00

### Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de riesgo postural en los trabajadores que realizan tareas músculo esqueléticas y puedan presentar problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica para puestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son tres grupos con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5 personas, la

práctica tiene un tiempo de ejecución de 4 horas y se realiza a dos células de estudiantes por jornada laboral, durante 3 semanas máximo.

## Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de desarmar y armar el freno tipo disco y el tipo tambor, que se realiza en el Taller de Maquinas Automotrices que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta Tarea será realizada por el Ing. Oscar Danilo Dante Pineda, quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

Para realizar esta tarea se necesita embancar el vehículo por medio de una gata, quitar las tuercas y lo que se presente es extraer el Disco para verificar que tipo de falla presenta, según los medios esta práctica se puede hacer de pie o sentado o agachado que es el caso de nuestro evaluado.

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 4 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza dos veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 8 horas, todo esto durante 3 semana.

## Imágenes de la Evaluación



*Figura No. 56 Extracción de Freno*

Para la extracción del Disco de Freno se debe proceder primero a embancar el auto y quitar la llanta, este proceso la mayoría de veces se realiza agachado lo que ocasiona una postura incómoda para el docente.



*Figura No. 57 Partes de un Sistema de Frenos*

En esta imagen podemos observar lo que son las pastillas de freno y el Disco de freno el cual se examina y se procede a verificar si existe falla.

## Resultados de la Evaluación Ergonómica

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la

obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

## Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe

elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

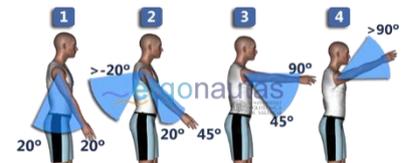


Figura No. 58 Puntuación del Brazo  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición del brazo:** El brazo está por encima de los 90 grados de flexión. El brazo está abducido y los hombros elevados

**Puntuación del Brazo: 6**

## Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del

antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

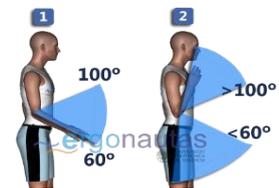


Figura No. 59 Puntuación del Antebrazo  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

**Puntuación del Antebrazo: 2**

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.



Figura No. 60 Puntuación del Muñeca  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición de la muñeca:** La muñeca supera los 15 grados de flexión o extensión y esta doblada por la línea media.

**Puntuación de la Muñeca: 4**

### Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



**Giro de la muñeca:** La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

Figura No. 61 Puntuación del Giro de Muñeca  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Puntuación del Giro de la Muñeca: 2**

### PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la **Tabla A** del grupo es:

Tabla No. 35 Tabla A (Calculo de Grupo A/Freno de las Maquinas Automotrices)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1		2		3		4	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

**PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)**

**9**

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.



Figura No. 62 Puntuación del Tronco  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado por encima de 60 grados.

**Puntuación del Tronco: 4**

### Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

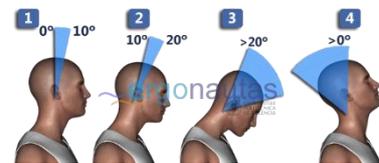


Figura No. 63 Puntuación del Cuello  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición del cuello:** El cuello está extendido en cualquier grado.

**Puntuación del Cuello: 4**

### Piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.



Figura No. 64 Puntuación de las piernas  
Frenos de las máquinas Automotrices

**Posición de las piernas:** El trabajador está sentado con las piernas o pies bien apoyados.

**Puntuación de las Piernas: 1**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la **Tabla B** del grupo es:

Tabla No. 36 Tabla B (Calculo de Grupo B/Freno de las Maquinas Automotrices)

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación del GRUPO B:

**7**

## Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad repetitiva.

Puntuación del Tipo de Actividad: **1**

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga o fuerza es mayor a 10 kg.

Puntuación de la Fuerza Ejercida: **2**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

Puntuación C (lado derecho) **12**

Puntuación D: **10**

### Puntuación final, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la TABLA C se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 37 Tabla C Puntuación Final/Frenos de las Maquinas Automotrices

	1	2	3	4	5	6	7 +
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8 +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación Final: **7**

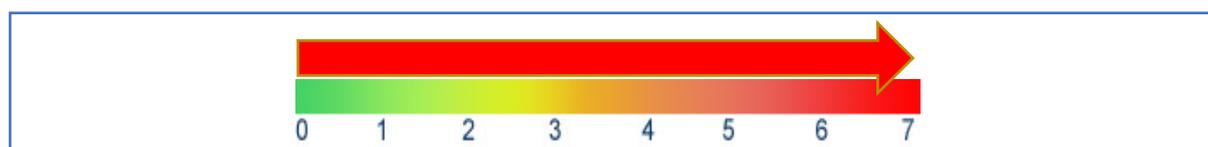


Figura No. 65 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 38 Tabla de Actuación

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Nivel de actuación:

4

Riesgo	Actuación
<b>Muy alto</b>	<b>Se Requiere una actuación rápida y cambios inmediatos en las posturas al momento de ejecutar la tarea.</b>

Figura No. 66

## Resumen de puntuaciones y valoración (lado derecho)

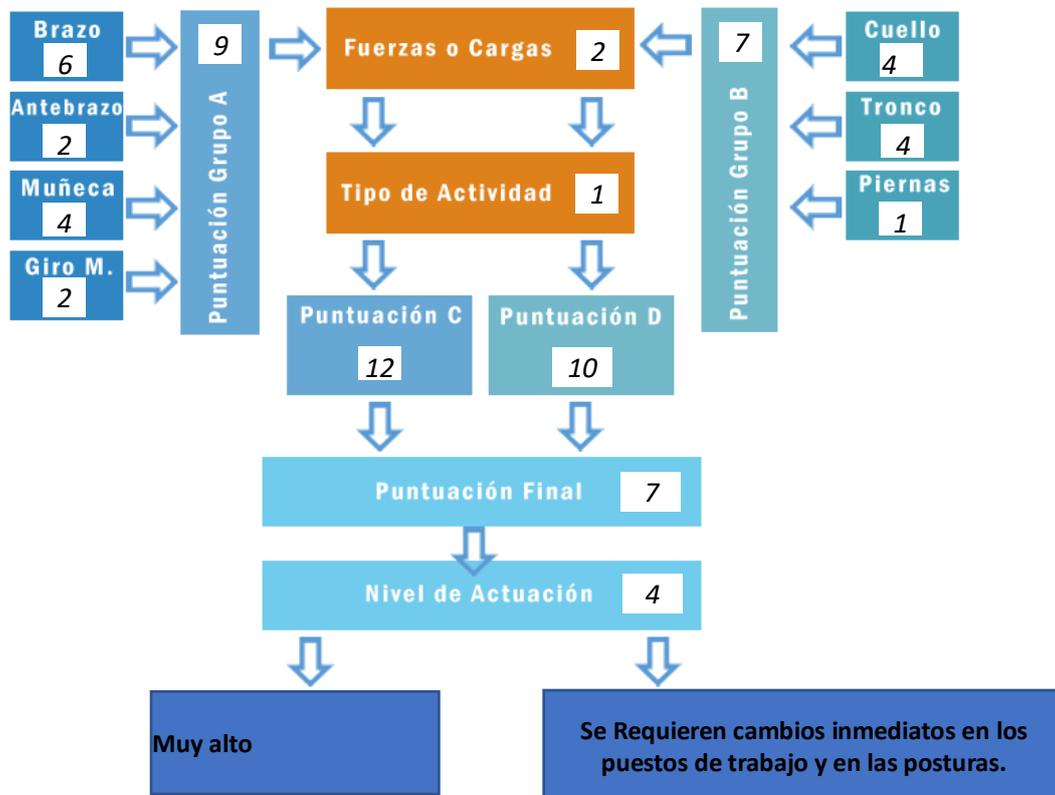


Figura No. 67 Resumen de Puntuación

## Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó una serie de malas posturas al momento de realizar la tarea de desarme de Disco de freno, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente por lo cual se debe de actuar de manera inmediata a como el protocolo de nivel 4 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 39 Tabla de Conclusión

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas	Entumecimiento, distensión, rigidez muscular y Alteraciones de estructuras corporales en los músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios huesos y circulación, rigidez en los hombros
	Las muñecas están constantemente superando el Angulo medio de Inclinación	síndrome del túnel carpiano
	El cuello permanece extendido	Dolor, espasmo muscular y lesiones discales
	Hombros por encima del nivel adecuado	tendinitis, periartritis y Bursitis
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	La actividad es repetitiva.	Varices, entumecimiento.
Carga	Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Hernia discal, dolor muscular, protrusión discal y lumbalgia.

## 5. Puentes de las Máquinas Automotrices

### Informe de Evaluación Ergonómica

#### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de Puentes de máquinas Automotrices en el taller de Maquinas Automotrices del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

*11/04/2020 10:00*

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimiento repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Taller de Maquinas Automotrices

Empresa: UNI

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Puentes de las maquinas automotrices.

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Oscar Danilo Pineda Dante

Edad: 28 años

Antigüedad en el puesto: 3 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 11/04/2020 10:00

### Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de riesgo postural en los trabajadores que realizan tareas musculo esqueléticas y puedan presentar problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica par apuestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son tres grupos con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5 personas, la

práctica tiene un tiempo de ejecución de 4 horas y se realiza a dos células de estudiantes por jornada laboral, durante 3 semanas máximo.

## Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de Desarmar y armar el diferencial, identificar sus componentes principales, que se realiza en el Taller de Máquinas Automotrices que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta tarea será realizada por el Ing. Oscar Danilo Dante Pineda, quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

Se requiere de llaves fijas, llaves de copa y desarmadores al igual que también debemos contar con instrumentos de medición como el comparador de caratula y calibres y debemos de usar guantes de protección de cuero

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 4 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza dos veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 8 horas, todo esto durante 3 semana.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Imágenes de la Evaluación



*Figura No. 68 Eje Diferencial*

Este es el eje que obtiene la fuerza que transmite la caja de transmisión, parte del proceso de la práctica es desmontar este eje para ver si no existe falla.



*Figura No. 69 Caja de Trasmisión de Fuerza*

Esta al igual que el puente tiene que ser retirada por el docente, aquí vemos como esta está siendo llevada para su debida inspección.

### Resultados de la Evaluación Ergonómica

## Puntuación de los miembros del Grupo A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

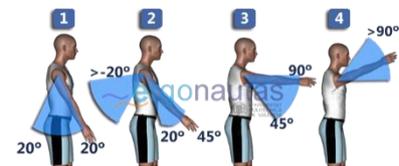


Figura No. 70 Puntuación del Brazo  
Puentes de las Maquinas Automotrices

**Posición del brazo:** El brazo está entre mayor a 90 grados de flexión. El brazo está abducido.

**Puntuación del Brazo: 6**

### Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

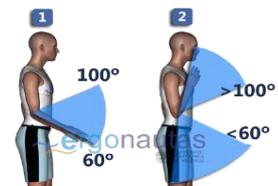


Figura No. 71 Puntuación del  
Antebrazo  
Puentes de las Maquinas  
Automotrices

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados. El brazo esta abducido.

**Puntuación del Antebrazo: 3**

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.

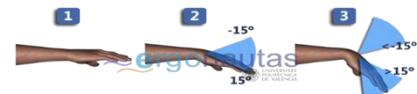


Figura No. 72 Puntuación de la Muñeca Puentes de las Maquinas Automotrices

**Posición de la muñeca:** La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

**Puntuación de la Muñeca: 2**

## Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



**Giro de la muñeca:** La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

Figura No. 73 Puntuación del giro de la Muñeca Puentes de las Maquinas Automotrices

**Puntuación del Giro de la Muñeca: 2**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla A](#) del grupo es:

Tabla No. 40 Tabla A (Calculo de Grupo A/Puente de las Maquinas Automotrices)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1		2		3		4	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

9

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.



Figura No. 74 Puntuación del Tronco Puentes de las Maquinas Automotrices

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.

Puntuación del Tronco: 3

## Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

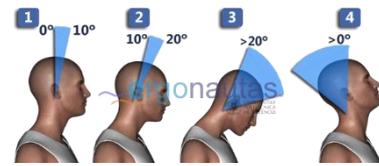


Figura No. 75 Puntuación del Cuello  
Puentes de las Maquinas Automotrices

**Posición del cuello:** El cuello está extendido.

**Puntuación del Cuello: 4**

## PIERNAS

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.

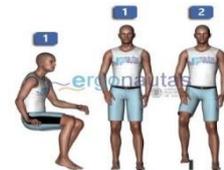


Figura No. 76 Puntuación del Cuello  
Puentes de las Maquinas Automotrices

**Posición de las piernas:** El trabajador con los pies bien apoyados

**Puntuación de las Piernas: 1**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla B](#) del grupo es:

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 41 Tabla B (Calculo de Grupo B/Puente de las Maquinas Automotrices)

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Puntuación del GRUPO B: **6**

### Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

**Puntuación del Tipo de Actividad: 0**

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga o fuerza es mayor de 10 kg intermitentemente.

**Puntuación de la Fuerza Ejercida: 3**

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

Puntuación C (lado derecho) **12**

Puntuación D: **9**

### Puntuación final, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la [Tabla C](#) se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 42 Tabla C Puntuación Final Puente de Maquinas Automotrices

	1	2	3	4	5	6	7 +
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8 +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RUL

Puntuación Final: **7**

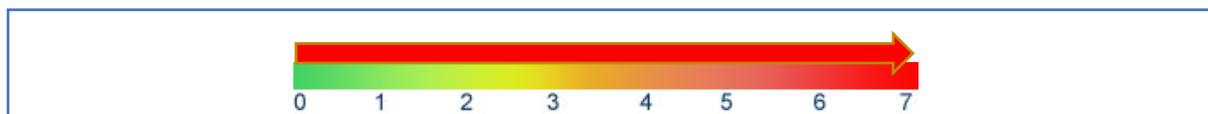


Figura No. 77 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 43 Tabla de Actuación

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RULA

Nivel de actuación:

4

Riesgo	Actuación
Muy Alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea o puestos de trabajo.

Figura No. 78

### Resumen de puntuaciones y valoración (lado derecho)

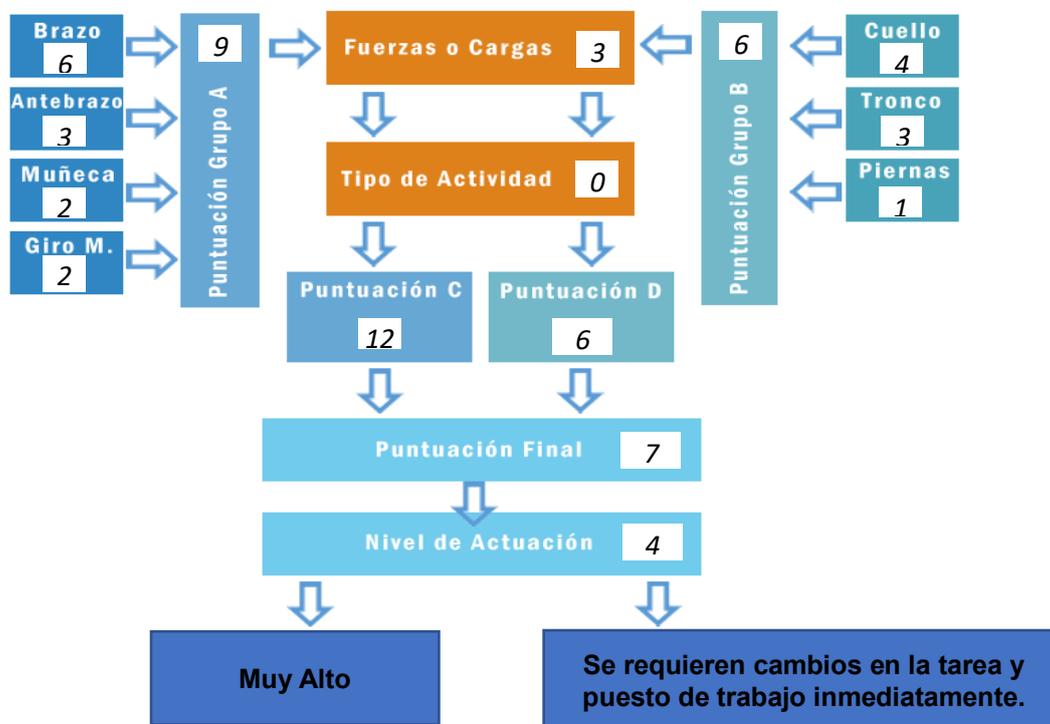


Figura No. 79 Resumen de Puntuación

## Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó una serie de malas posturas al momento de realizar la tarea de Puentes de Máquinas Automotrices, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente por lo cual se debe de actuar de manera inmediata a como el protocolo de nivel 4 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 44 Tabla de Conclusión Puente de Maquinas Automotrices

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas	Entumecimiento, distensión, rigidez muscular y Alteraciones de estructuras corporales en los músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios huesos y circulación, rigidez en los hombros
	El cuello permanece extendido	Dolor, espasmo muscular y lesiones discales
	Hombros por encima del nivel adecuado	tendinitis, periartritis y Bursitis
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	En esta parte del cuerpo no se presenta muchos riesgos, lo más notable es una pequeña mala inclinación de la espalda.	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	Las actividades son estáticas y sin prolongaciones, por lo cual no hay riesgo en base a esto.	
Carga	Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Hernia discal, dolor muscular y lumbalgia.

## 6. Suspensión de las Máquinas Automotrices

### Informe de Evaluación Ergonómica

#### Evaluación de carga postural (Método RULA)

Evaluación de carga postural en el puesto de Docente Técnico en la práctica de Suspensión de máquinas Automotrices en el taller de Máquinas Automotrices del Departamento de Talleres de la FTI en la Universidad Nacional de Ingeniería.

El método RULA al igual que la mayoría de métodos de Evaluación Ergonómica analizan más los trabajadores que a sus puestos de trabajo, el método RULA hace énfasis en las posturas incómodas y movimiento repetitivos sin entrar en detalle en aspectos como la edad, la experiencia o el género de la persona al que se le aplica, lo que realmente se analiza es la postura y los movimientos netamente del trabajador.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Datos de la Evaluación

### Información del puesto

Identificador del puesto: Técnico Docente de Taller de Máquinas Automotrices

Empresa: UNI

Departamento/Área: Departamento de Talleres

Sección: FTI

Descripción: Suspensión de las máquinas automotrices.

### Información del trabajador

Nombre/Identificador: Oscar Danilo Pineda Dante

Edad: 28 años

Antigüedad en el puesto: 3 años

Sexo: Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

### Información de la evaluación

Evaluador: José Bermúdez

Soraya Jarquín

Fecha de la evaluación: 20/04/2020 10:00

### Observaciones:

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de riesgo postural en los trabajadores que realizan tareas musculo esqueléticas y puedan presentar problemas de salud de tipo ergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) el cual es un método de evaluación ergonómica para puestos posturales.

Se utilizó otro método de medición de ángulos según su postura llamado RULE el cual perfectamente puede ir de la mano con RULA.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Se ejecuta en base a la cantidad de alumnos que existan, por lo general son tres grupos con un promedio de 40 estudiantes y se dividen en células de 5 personas, la práctica tiene un tiempo de ejecución de 4 horas y se realiza a dos células de estudiantes por jornada laboral, durante 3 semanas máximo.

## Introducción

La evaluación mostrará los datos obtenidos al realizar el estudio de las posiciones que ejerce el Técnico Docente en la tarea de Suspensión, identificar sus componentes principales, que se realiza en el Taller de Máquinas Automotrices que es parte del Departamento de Talleres de la facultad tecnología de la industria de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta Tarea será realizada por el Ing. Oscar Danilo Dante Pineda, quien será el evaluado. Las tareas a evaluar en dicha práctica son la flexión y extensión de brazo, inclinación de cuello y espalda, si existe rotación o lateralización, también la flexión del tronco la posición de piernas, si se ejerce fuerza y si es dinámica o estática.

Se requiere de llaves fijas, llaves de copa y desarmadores al igual que también debemos contar con instrumentos de medición como el comparador de caratula y Calibres y debemos de usar guantes de protección de cuero.

El método con el que se hará la evaluación será el método Rula, ya que es un método para la investigación ergonómica de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en las diferentes estructuras corporales. Para evaluar los factores de riesgo, este método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas.

Esta tarea se realiza en un tiempo de 4 horas, pero en una jornada laboral de 8 horas esta se realiza dos veces lo que hace que el tiempo en el puesto sea de 8 horas, todo esto durante 3 semana

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Resultados de la Evaluación Ergonómica

### Puntuación de los miembros del Grupo A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

#### Brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe

elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

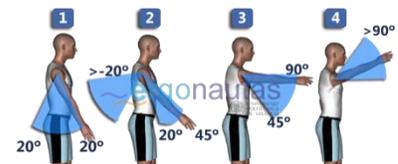


Figura No. 80 Puntuación del Brazo Suspensión de Maquinas Automotrices

**Posición del brazo:** El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.

**Puntuación del Brazo: 3**

#### Antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del

antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

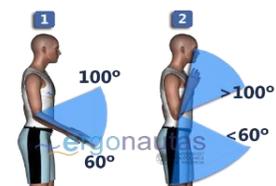


Figura No. 81 Puntuación del Antebrazo Suspensión de Maquinas Automotrices

**Posición del antebrazo:** El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

**Puntuación del Antebrazo: 2**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.

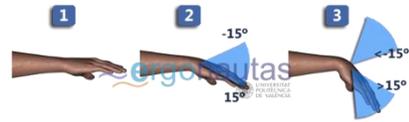


Figura No. 82 Puntuación de la Muñeca  
Suspensión de Maquinas Automotrices

**Posición de la muñeca:** La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión. Y esta doblada por la línea media.

**Puntuación de la Muñeca: 3**

## Giro de muñeca

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).



**Giro de la muñeca:** La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

Figura No. 83 Puntuación del giro de la Muñeca  
Suspensión de Maquinas Automotrices

**Puntuación del Giro de la Muñeca: 2**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla A del grupo](#) es:

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 45 Tabla A (Calculo de Grupo A/Suspensión de las Maquinas Automotrices)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1		2		3		4	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RUL

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A (lado derecho)

4

## Puntuación de los miembros del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

### Tronco

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.

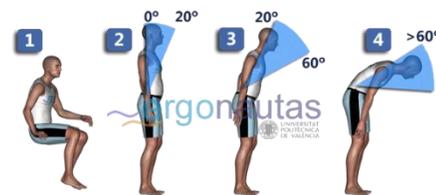


Figura No. 84 Puntuación del Tronco  
Suspensión de Maquinas Automotrices

**Posición del tronco:** El tronco está flexionado por encima de 60 grados.

Puntuación del Tronco: 4

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Cuello

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

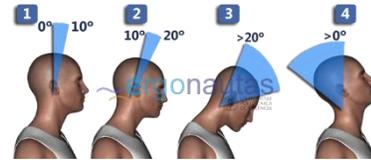


Figura No. 85 Puntuación del Cuello  
Suspensión de Maquinas Automotrices

**Posición del cuello:** El cuello está flexionado por encima de 20 grados.

**Puntuación del Cuello: 3**

## Piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.

**Posición de las piernas:** El trabajador está sentado o con las piernas y pies bien apoyados.



Figura No. 86 Puntuación de las Piernas  
Suspensión de Maquinas Automotrices

**Puntuación de las Piernas: 1**

## PUNTUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del Grupo y utilizando los datos de la [Tabla B](#) del grupo es:

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 46 Tabla B (Calculo de Grupo B/Suspensión de las Maquinas Automotrices)

Cuello	Tronco											
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1		2		3		4		5		6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RUL

Puntuación del GRUPO B: **5**

### Valoración de la fuerza ejercida y el tipo de actividad muscular

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican.

**Tipo de Actividad:** Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Puntuación del Tipo de Actividad: **0**

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

**Fuerza ejercida:** La carga es de 2 kg a 10 kg y se realiza intermitentemente.

Puntuación de la Fuerza Ejercida: **1**

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

Puntuación C (lado derecho) **5**

Puntuación D: **6**

### Puntuación final, riesgo y nivel de actuación (lado derecho)

A partir de las puntuaciones C y D y utilizando la TABLA C se obtiene la Puntuación Final Rula.

Tabla No. 47 Tabla C Puntuación Final/Suspensión de Maquinas Automotrices

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RUL

Puntuación Final: **7**

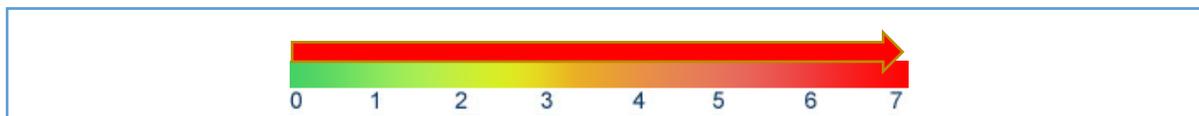


Figura No. 87 Nivel de Riesgo

El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Tabla No. 48 Tabla de Actuación

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Ergonautas/ Método de Evaluación Ergonómica RUL

Nivel de actuación:

4

Riesgo	Actuación
Muy Alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea o puestos de trabajo.

Figura No. 88

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## Resumen de puntuaciones y valoración (lado derecho)

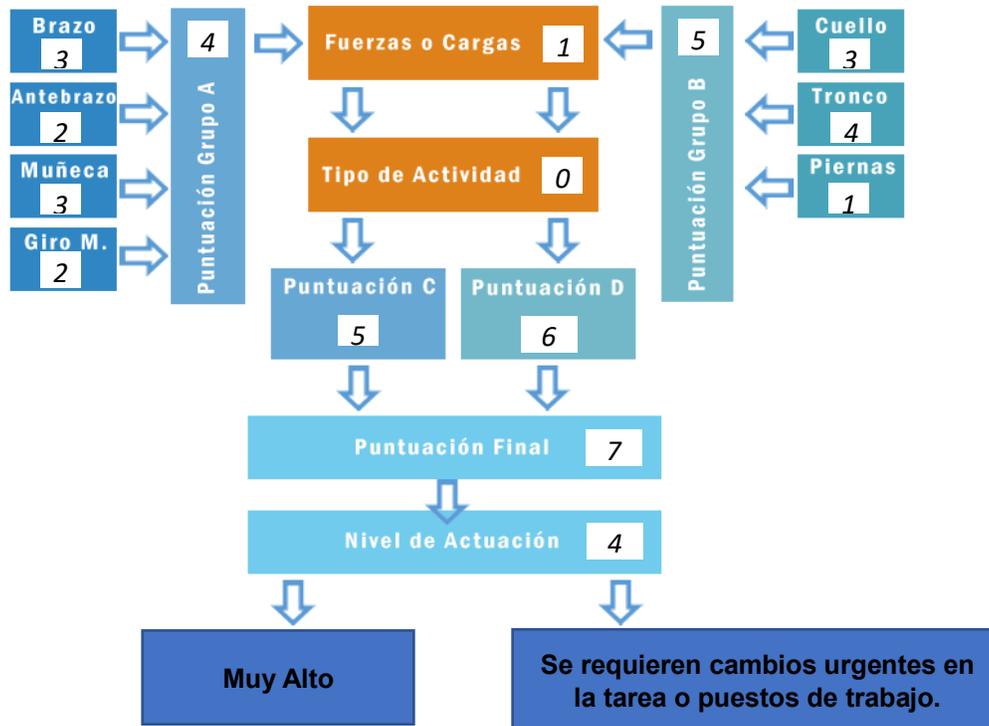


Figura No. 89 Resumen de Puntuación

## Conclusiones

Se generó el informe de manera exitosa gracias a la aplicación del método RULA y a la buena utilización de los instrumentos de recopilación de datos, que en este caso fueron visuales por medio de memoria fotográfica y con ayuda de RULE, se lograron identificar los niveles de riesgo en las cargas posturales.

Dado los resultados obtenidos de acuerdo al estudio RULA se presentó una serie de malas posturas al momento de realizar la tarea de Suspensión de Máquinas Automotrices, lo cual puede ocasionar una serie de consecuencias en la función músculo esquelética del técnico docente por lo cual se debe de actuar de manera inmediata a como el protocolo de nivel 4 que arroja el informe lo dice.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Tabla No. 49 Tabla de Conclusión

Zona afectada	Riesgos	Consecuencia
Cuellos, hombros y extremidades superior	Las muñecas están constantemente superando el Angulo medio de Inclinación	síndrome del túnel carpiano
	El cuello permanece flexionado mucho tiempo	Dolor, espasmo muscular y lesiones discales
Espalda, tronco y extremidades inferiores.	El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados	Distensión muscular y Lumbalgias
Actividad repetitiva o estática	La actividad es estática y prolongada.	Entumecimiento.
Carga	Se estima una carga menor a 10kg, y mal posicionamiento en la carga	Lumbalgia.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### **Capítulo III. Plan de Acción**

A través del plan de acción que se presenta, se logrará orientar al trabajador encargado de dicho laboratorio la forma eficaz de realizar las operaciones asignadas para cada práctica, puesto que se especificaría de forma muy clara, como, cuando y donde se debería aplicar. Esto permitiría que los trabajos que este operador realiza se ejecuten en cortos plazos y de la mejor forma, reduciendo los trabajos repetitivos así como los que ponen en riesgo de personal.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

i. Practica de Moldeo

Tabla No. 50 Plan de Acción/Practica de Moldeo

PLAN DE ACCION					
Practica de Moldeo -ING Carlos Mota					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Acción requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	comprobación de la eficiencia de la acción
Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas.	Cambiar el orden de las herramientas y tareas a realizar, en fin de que el trabajo realizado por los brazos dentro del nivel de los hombros. Incentivar al trabajar a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Las muñecas están constantemente superando el Angulo medio de Inclinación.	Al ser una actividad que es difícil evitar, se debe tomar descansos entre cada actividad donde se tenga que utilizar las muñecas y que están esten superando su ángulo medio de inclinación. Incentivar al trabajar a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El cuello permanece Flexionado por encima de 20 grados.	Incentivar al trabajar a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Hombros por encima del nivel adecuado.	Diseñar una mesa de trabajo con las medidas que la ley establece para evitar que los hombros pasen el nivel adecuado. Incentivar al trabajar a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados.	Incentivar al trabajar a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
La actividad es repetitiva	aplicar lo que dice la ley 618 en el artículo 295 en los incisos b) Disminuir el ritmo de trabajo. c) Trasladar al trabajador a otras tareas, o bien alternando tareas repetitivas con tareas no repetitivas a intervalos periódicos. d) Aumentar el número de pausas en una tarea repetitiva.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Aplicar el buen uso de manejo de carga, si no es del conocimiento del trabajador, enseñar la manera correcta.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto. de Talleres Ing. Guillermo Mahidi porta	sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

ii. Practica de Fundición

Tabla No. 51 Plan de Acción/Practica de Fundición

PLAN DE ACCIÓN					
Práctica de Fundición-Ing. Carlos Mota					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Accion requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	Comprobación de la eficiencia de la acción
Las muñecas están constantemente superando el ángulo medio de Inclinación.	Al ser una actividad que es difícil evitar, se debe tomar descansos entre cada actividad donde se tenga que utilizar las muñecas y que están estén superando su ángulo medio de inclinación. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El cuello permanece extendido mucho tiempo.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Se estima una carga menor a 10kg, y mal manejo de esta.	Aplicar el buen uso del manejo de carga , si no es del conocimiento del trabajador, enseñar la manera correcta.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de Fundición. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

iii. Practica de Soldadura

Tabla No. 52 Plan de Acción/Practica de Soldadura

PLAN DE ACCION					
Practica de Soldadura -Ing. Carlos Mota					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Acción requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	Comprobación de la eficiencia de la acción
Los brazos permanecen abducidos.	Cambiar el orden de las herramientas y tareas a realizar, en fin de que el trabajo realizado por los brazos este dentro del nivel de los hombros. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de soldadura. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Hombros por encima del nivel adecuado.	Diseñar una mesa de trabajo con las medidas que la ley establece para evitar que los hombros pasen el nivel adecuado. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano/ Presupuesto	Técnico docente del Laboratorio de soldadura. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Tallere Ing Guillermo Mahidi Porta
Mala inclinación de la espalda.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Laboratorio de soldadura. Ing. Carlos Mota Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Tallere Ing Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

iv. Frenos de la Maquina Automotrices

Tabla No. 53 Plan de Acción/Frenos de la Maquina Automotrices

PLAN DE ACCIÓN					
Práctica de Frenos Automotrices -Ing. Oscar Dante					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Acción requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	Comprobación de la eficiencia de la acción
Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas.	Cambiar el orden de las herramientas y tareas a realizar, en fin de que el trabajo realizado por los brazos este dentro del nivel de los hombros. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Las muñecas están constantemente superando el ángulo medio de inclinación.	Al ser una actividad que es difícil evitar, se debe tomar descansos entre cada actividad donde se tenga que utilizar las muñecas y que están estén superando su angulo medio de inclinacion. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El cuello permanece flexionado por encima de 20 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Hombros por encima del nivel adecuado.	Diseñar una mesa de trabajo con las medidas que la ley establece para evitar que los hombros pasen el nivel adecuado. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano/ Presupu esto	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
La actividad es repetitiva	Aplicar lo que dice la ley 618 en el artículo 295 en los incisos b) Disminuir el ritmo de trabajo. c) Trasladar al trabajador a otras tareas, o bien alternando tareas repetitivas con tareas no repetitivas a intervalos periódicos. d) Aumentar el número de pausas en una tarea repetitiva.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Aplicar el buen uso de manejo de carga , si no es del conocimiento del trabajador, enseñar la manera correcta.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

v. Puentes de Maquinas Automotrices

Tabla No. 54 Plan de Acción/Puentes de Maquinas Automotrices

PLAN DE ACCIÓN					
Práctica de Puentes Automotrices -Ing. Oscar Dante					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Acción requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	Comprobación de la eficiencia de la
Los brazos permanecen abducidos en la mayoría de las acciones realizadas.	Cambiar el orden de las herramientas y tareas a realizar, en fin de que el trabajo realizado por los brazos este dentro del nivel de los hombro. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El cuello permanece flexionado por encima de 20 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Hombros por encima del nivel adecuado.	Diseñar una mesa de trabajo con las medidas que la ley establece para evitar que los hombros pasen el nivel adecuado. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano/ Presupuesto	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Mala inclinación de la espalda.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Se estima una carga mayor a 10kg, y mal manejo de esta.	Aplicar el buen uso de manejo de carga , si no es del conocimiento del trabajador, enseñar la manera correcta.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

vi. Suspensión de Maquinas Automotrices

Tabla No. 55 Plan de Acción/Suspensión de Maquinas Automotrices

PLAN DE ACCIÓN					
Práctica de Suspensión de Máquinas Automotrices -Ing. Oscar Dante					
Riesgos identificados	Medidas preventivas y/o Acción requerida a proponer.	Recursos	Responsable de la ejecución	Fecha de inicio y Finalización	Comprobación de la eficiencia de la acción
Las muñecas están constantemente superando el ángulo medio de Inclinación.	Al ser una actividad que es difícil evitar, se debe tomar descansos entre cada actividad donde se tenga que utilizar las muñecas y que están estén superando su ángulo medio de inclinación. Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El cuello permanece flexionado por encima de 20 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
El tronco tiene una mala inclinación de más de 60 grados.	Incentivar al trabajador a través de capacitaciones sobre el mejoramiento de posturas ergonómicas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
La actividad es estática y muy prolongada	Emplear lapsos cortos de ejercicios de estiramientos para evitar entumecimiento y fatiga por posturas incómodas.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta
Se estima una carga menor a 10 kg, y mal manejo de esta.	Aplicar el buen uso de manejo de carga , si no es del conocimiento del trabajador, enseñar la manera correcta.	Humano	Técnico docente del Taller de Máquinas Automotrices. Ing. Oscar Dante Jefe de Dto de Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta	Sujeto a decisión administrativa.	Jefe de Dto. De Talleres Ing. Guillermo Mahidi Porta

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## V. Conclusiones.

Mediante el estudio realizado en los laboratorios de moldeo y fundición, soldadura y el taller de máquinas automotrices se observaron las condiciones disergonómicas presentes en los mismos, siendo la más sobresaliente la mala postura de la espalda en las diferentes actividades que se realizan en las practicas correspondientes a cada laboratorio, en el caso de los laboratorios de moldeo y fundición se vio reflejado como las malas posturas en una práctica muy sencilla pueden generar traumas a largo tiempo, la actividades de soldadura son un poco menos riesgosas por lo que se ve una mejoría en cuanto a posicionamiento en la elaboración de la práctica, lo realizado por el técnico docente en los talleres automotriz es algo que se tendrá que atender de manera inmediata por el nivel de riesgo que presentaron en las 3 practicas elaboradas.

Posturas incomodas como mala inclinación de la espalda y cuello y mal posicionamiento de brazos fue lo que se pudo observar en prácticas como la de moldeo, fundición y las realizadas en los talleres automotrices, junto a la gran cantidad de movimientos repetitivos que se observó en la práctica de moldeo, como el estar golpeando la caja de muestra.

.Los riesgos ergonómicos fueron evaluados a través del método RULA, el cual valora los factores de riesgos disergonómicos en los miembros superiores del cuerpo, obteniendo un resultado desfavorable en el caso de las practicas realizadas en los talleres de máquinas Automotrices todas arrojaron un nivel de riesgo Muy alto con puntuación de 7, otra practica con los mismos números fue la de Moldeo, Soldadura tuvo huna puntuación de 4 con un nivel de riesgo **medio**, fundición tubo una puntuación de 5 con un Nivel de riesgo **Alto**

Los puestos de trabajo evaluados en su totalidad presentan mal manejo del mismo por lo que es necesario tomar acciones correctivas que permitan disminuir y/o eliminarlas.

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## **VI. Recomendaciones.**

Atender de manera inmediata los puestos de trabajo que presenten elevados riesgos de padecer lesiones músculo-esqueléticas así como concientizar a los trabajadores de cuáles son los riesgos que puede sufrir.

Implementar y divulgar el análisis de riesgo, permitirá al trabajador conocer los posibles peligros a los cuales se encuentra expuesto al realizar las actividades dentro de los laboratorios que fueron sometidos al estudio, ya que actualmente no se cuenta con un procedimiento ergonómico correcto.

Ejecutar el plan de acción brindado para las prácticas correspondientes a cada uno de los laboratorios estudiados y de esta manera corregir las condiciones disergonómicas encontradas, lo cual servirá como un punto de partida para crear un ambiente de trabajo seguro y confortable en las diferentes áreas, y en un futuro realizar trabajos investigativos en los demás laboratorios dentro de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Proporcionar educación técnica a los usuarios sobre la manera adecuada de realizar las prácticas, haciendo énfasis en las posturas incorrectas que se realizan y en los posibles daños músculo-esqueléticos que pueden ser ocasionados, a través de folletos o carteles en los diferentes laboratorios

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## VII. Bibliografía

La mayoría de información sobre este método de evaluación llamada RULA, fue adquirida en la plataforma Ergonauta, por lo que se nos fue imposible encontrar un libro que nos pudiera brindar dicha información.

- Agencia europea para la seguridad y la salud en el trabajo: Hojas informativas electrónica: FACTS. Recuperado en mayo del 2018 de.
- <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
- <https://www.ergonautas.upv.es/art-tech/evaluacion/evaluacion.htm>
- <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- <http://www.insht.es/portal/site/MusculoEsqueleticos/menuitem.8423af8d8a1f873a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=db80ac0abb6ac210VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=f401802f1bfc210VgnVCM1000008130110aRCRD>
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np\\_efp\\_28.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_28.pdf)
- <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/76DF548D-769E-4DBF-A18E-8419F3A9A5FB/145886/TrastornosME.pdf>

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

## VIII. Anexo



*Anexo No. 1 Practica de Moldeo realizada por el Ing. Carlos Mota*



*Anexo No. 2 Visita de evaluadores a Práctica de Fundición.*

Evaluación músculo esquelética a través del método de RULA, de los laboratorios de Fundición y Soldadura y taller de Máquinas Automotrices de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

### Método R.U.L.A. Hoja de Campo

#### A. Análisis de brazo y muñeca

**Paso 1:** Localizar la posición del brazo

**Paso 2:** Corregir...  
Si el brazo está por encima del hombro +1  
Si el brazo está por debajo del hombro -1

**Paso 3:** Localizar la posición del antebrazo

**Paso 3a:** Corregir...  
Si el antebrazo está por encima del plano medio +1  
Si el antebrazo está por debajo del plano medio -1

**Paso 4:** Giro de muñeca

**Paso 5:** Localizar puntuación postural en tabla A

**Paso 6:** Añadir puntuación utilización muscular

**Paso 7:** Añadir puntuación de la fuerza/carga

**Paso 8:** Localizar fila en tabla C

#### CALIFICACIÓN

##### Tabla A

Fase	Ante. trazo	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	2	2	3	3	3	3	4
3	1	2	2	2	3	3	3	3	4
4	1	2	2	2	3	3	3	3	4
5	1	2	2	2	3	3	3	3	4
6	1	2	2	2	3	3	3	3	4
7	1	2	2	2	3	3	3	3	4
8	1	2	2	2	3	3	3	3	4
9	1	2	2	2	3	3	3	3	4
10	1	2	2	2	3	3	3	3	4
11	1	2	2	2	3	3	3	3	4
12	1	2	2	2	3	3	3	3	4
13	1	2	2	2	3	3	3	3	4
14	1	2	2	2	3	3	3	3	4
15	1	2	2	2	3	3	3	3	4
16	1	2	2	2	3	3	3	3	4
17	1	2	2	2	3	3	3	3	4
18	1	2	2	2	3	3	3	3	4
19	1	2	2	2	3	3	3	3	4
20	1	2	2	2	3	3	3	3	4
21	1	2	2	2	3	3	3	3	4
22	1	2	2	2	3	3	3	3	4
23	1	2	2	2	3	3	3	3	4
24	1	2	2	2	3	3	3	3	4
25	1	2	2	2	3	3	3	3	4
26	1	2	2	2	3	3	3	3	4
27	1	2	2	2	3	3	3	3	4
28	1	2	2	2	3	3	3	3	4
29	1	2	2	2	3	3	3	3	4
30	1	2	2	2	3	3	3	3	4

##### Tabla B

Postura	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	4	5	6	7
3	1	2	3	4	5	6	7
4	1	2	3	4	5	6	7
5	1	2	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5	6	7
7	1	2	3	4	5	6	7
8	1	2	3	4	5	6	7
9	1	2	3	4	5	6	7
10	1	2	3	4	5	6	7
11	1	2	3	4	5	6	7
12	1	2	3	4	5	6	7
13	1	2	3	4	5	6	7
14	1	2	3	4	5	6	7
15	1	2	3	4	5	6	7
16	1	2	3	4	5	6	7
17	1	2	3	4	5	6	7
18	1	2	3	4	5	6	7
19	1	2	3	4	5	6	7
20	1	2	3	4	5	6	7
21	1	2	3	4	5	6	7
22	1	2	3	4	5	6	7
23	1	2	3	4	5	6	7
24	1	2	3	4	5	6	7
25	1	2	3	4	5	6	7
26	1	2	3	4	5	6	7
27	1	2	3	4	5	6	7
28	1	2	3	4	5	6	7
29	1	2	3	4	5	6	7
30	1	2	3	4	5	6	7

##### Tabla C

Postura	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	4	5	6	7
3	1	2	3	4	5	6	7
4	1	2	3	4	5	6	7
5	1	2	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5	6	7
7	1	2	3	4	5	6	7
8	1	2	3	4	5	6	7
9	1	2	3	4	5	6	7
10	1	2	3	4	5	6	7
11	1	2	3	4	5	6	7
12	1	2	3	4	5	6	7
13	1	2	3	4	5	6	7
14	1	2	3	4	5	6	7
15	1	2	3	4	5	6	7
16	1	2	3	4	5	6	7
17	1	2	3	4	5	6	7
18	1	2	3	4	5	6	7
19	1	2	3	4	5	6	7
20	1	2	3	4	5	6	7
21	1	2	3	4	5	6	7
22	1	2	3	4	5	6	7
23	1	2	3	4	5	6	7
24	1	2	3	4	5	6	7
25	1	2	3	4	5	6	7
26	1	2	3	4	5	6	7
27	1	2	3	4	5	6	7
28	1	2	3	4	5	6	7
29	1	2	3	4	5	6	7
30	1	2	3	4	5	6	7

#### B. Análisis de cuello, tronco y pierna

**Paso 9:** Localizar la posición del cuello

**Paso 9a:** Corregir...  
Si hay rotación +1  
Si hay inclinación lateral +1

**Paso 10:** Localizar posición tronco

**Paso 10a:** Corregir...  
Si hay rotación +1  
Si hay inclinación lateral +1

**Paso 11:** Piernas

**Paso 12:** Buscar puntuación postural en Tabla B

**Paso 13:** Añadir puntuación uso muscular

**Paso 14:** Añadir puntuación de fuerza/carga

**Paso 15:** Localizar columna en Tabla C

### Puntuación Final

**11**

Empresa: UNI

Referencia: Dato de taller

Puesto/Sección: Taller de Soldadura

Técnico: Isa Mat.

Fecha: 8/5/20

Puntuación FINAL: 1 ó 2 = Aceptable; 3 ó 4 ampliar estudio; 5 ó 6 ampliar el estudio y modificar pronto; 7 estudiar y modificar inmediatamente