



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA:

**REDISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO PARA MEJORAR LA
ERGONOMÍA DE LOS TRABAJADORES EN LA LÍNEA DE REPARACIÓN DE
CABLE ELECTRO SUMERGIBLE EN LA EMPRESA LLORI LLERENA 4L S.A.**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

Autor(a)

Ing. Gallegos López Luis Vinicio

Tutor(a)

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

AMBATO – ECUADOR

2026

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, **Gallegos López Luis Vinicio**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “RE Diseño de las Estaciones de Trabajo para Mejorar la Ergonomía de los Trabajadores en la Línea de Reparación de Cable Electrosumergible en la Empresa Llori Llerena 4L S.A.”, como requisito para optar al grado de **Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial** y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 22 días del mes de mayo de 2026, firmo conforme:

Autor: Gallegos López Luis Vinicio

Firma:

Número de Cédula: 160050010-0

Dirección: Orellana, Coca, Isla.

Correo Electrónico: lgallegos4@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0999033219

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Titulación “RE Diseño de las Estaciones de Trabajo para Mejorar la Ergonomía de los Trabajadores en la Línea de Reparación de Cable Electro Sumergible en la Empresa LLORI LLERENA 4L S.A.” presentado por Gallegos López Luis Vinicio, para optar por el Título Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Examinadores que se designe.

Ambato, 22 de mayo del 2026

.....
Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de **Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial**, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 22 de mayo del 2026

.....

Gallegos López Luis Vinicio

160050010-0

APROBACIÓN DE EXAMINADORES

El Trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “REDDISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO PARA MEJORAR LA ERGONOMÍA DE LOS TRABAJADORES EN LA LÍNEA DE REPARACIÓN DE CABLE ELECTRO SUMERGIBLE EN LA EMPRESA LLORI LLERENA 4L S.A.”, previo a la obtención del Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Titulación.

Ambato, 22 de mayo de 2026.

.....

Ing. Sánchez Almeida Miguel Andrés. MSc
EXAMINADOR

.....

Ing. Pacheco Venegas Mario Fermin. MSc
EXAMINADOR

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar mi trabajo a Dios, por estar siempre a mi lado en todo aspecto, situación, buenos y malos momentos de mi formación.

Dedico este trabajo a mis padres, Dacia y Vinicio, que con su mantra me inculcaron a ser mejor, no pueden existir mejores personas que las que dan todo por su hijo, dejando su estigma y su amor inmarcesible en mí y siempre han sido un pilar fundamental en mi vida.

Dedico mi trabajo a mi hijo Lindemberth Gallegos quien, con su amor inconmensurable ha estado junto a mí en los momentos más difíciles y ha sido mi apoyo incondicional, fomentado en mí el deseo de ser mejor cada día y me ha dado fuerza para seguir adelante.

Lo dedico, a mis amigos, compañeros, familiares, conocidos y todos quienes directa o indirectamente forman parte de este trabajo culminado y que al fin puedo decir, “misión cumplida”.

AGRADECIMIENTO

Agradezco por este trabajo a Dios, por ser siempre mi guía en cada paso que doy.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional.

Agradezco a mis maestros por ser un pilar fundamental en mi proceso formativo.

Agradezco a la Universidad Tecnológica Indoamérica, por haber sembrado en mí el profesionalismo, responsabilidad y amor por lo que me propongo.

Agradezco a mi tutor, un maestro en toda la extensión de la palabra, quien, con su paciencia, compromiso y dedicación ha estado a mi lado guiándome y muchas veces instar en este proceso de titulación.

Finalmente agradezco a todos quienes directa o indirectamente formaron parte de este logro en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE EXAMINADORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CONTENIDO

Capítulo I	1
Introducción	1
<i>Antecedentes</i>	<i>1</i>
<i>Problemática.....</i>	<i>5</i>
<i>Justificación</i>	<i>6</i>
Objetivos	7
<i>Objetivo general</i>	<i>7</i>
<i>Objetivos Específicos:</i>	<i>7</i>
Capítulo II	8
Ingeniería del proyecto	8
<i>Diagnóstico de la situación en Llori Llerena 4L S.A.....</i>	<i>8</i>
Misión.....	9
Visión.....	10
Políticas de la empresa.....	10
Objetivos estratégicos empresariales	12
Servicios de la empresa.....	13
Procesos administrativos de la empresa.....	14
<i>Datos sociodemográficos</i>	<i>15</i>
Identificación y evaluación de riesgos	16

Evaluación de riesgos ergonómicos – IPER.....	18
Aplicación del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (Kuorinka et al., 1987) al personal de Llori Llerena 4L S.A.....	26
Ovako Working Analysis System (OWAS)	33
<i>Evaluación OWAS</i>	33
Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	49
<i>Evaluación RULA</i>	49
Procedimiento de aplicación de método Check list OCRA	57
Tabla de resumen de los métodos aplicados.....	61
<i>Riesgos Ergonómicos – Resultados de Evaluación mediante el método OWAS</i>	61
<i>Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación mediante el método RULA</i>	63
<i>Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación mediante el método Check List Ocra</i>	64
Modelo operativo	66
Capítulo III	68
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	68
Presentación de la propuesta	68
Propuesta y rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo de la línea de reparación de cable electro sumergible en Llori Llerena 4L S.A.....	69
Pausas activas para la elaboración del empalme	78
<i>Instructivo de las pausas activas</i>	78
Mejoras en el proceso del empalme y uso de EPP.....	81
Implantación de alfombra anti fatiga.....	83
Cronograma de actividades.....	84
Análisis de costos.....	84
Curva “S”	86
Capítulo IV	87
Ejecución de la Propuesta y Resultados Obtenidos	87
Programa de capacitaciones.....	87
Resultados obtenidos	88
<i>Ovako Working Analysis System (OWAS)</i>	88
Resumen de metodologías	114
<i>Tabla de resumen de los métodos aplicados</i>	114
Evaluación del antes y después del diseño	118
Evaluación económica	120
Capítulo V	121
Conclusiones y Recomendaciones.....	121

<i>Conclusiones</i>	121
<i>Recomendaciones</i>	124
Bibliografía	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información general de 4L.....	9
Tabla 2: Datos sociodemográficos de Llori Llerena 4L	15
Tabla 3: Proceso y actividades de la reparación de cable electro sumergible	16
Tabla 4: Identificación de peligros y evaluación de riesgos IPER	21
Tabla 5: Codificación de las posturas en la inspección mecánica de la coraza del cable.	34
Tabla 6: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas	37
Tabla 7: Análisis de combinaciones de posturas	37
Tabla 8: Nivel de riesgo por postura acumulada	38
Tabla 9: Categoría de riesgo	38
Tabla 10: Codificación de las posturas en la inspección mecánica de la coraza del cable.	39
Tabla 11: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.	42
Tabla 12: Análisis de combinaciones de posturas	42
Tabla 13: Nivel de riesgo por postura acumulada	42
Tabla 14: Categoría de riesgo	43
Tabla 15: Codificación de las posturas en el retorno a la bobina y reparando.	44
Tabla 16: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.	47
Tabla 17: Análisis de combinaciones de posturas	47
Tabla 18: Nivel de riesgo por postura acumulada	48
Tabla 19: Categoría de riesgo	48
Tabla 20: Resumen del método RULA aplicado al montaje de bobina en el trípode.....	49
Tabla 21: Resumen del método RULA aplicado a los parámetros eléctricos iniciales. .	51
Tabla 22: Resumen del método RULA aplicado a la inspección mecánica de la coraza de cable.	52
Tabla 23: Resumen del método RULA aplicado a la inspección de capilares y cable...	53
Tabla 24: Resumen del método RULA aplicado al retorno de cable a la bobina y reparando.	54
Tabla 25: Resumen del método RULA aplicado a los parámetros finales	55
Tabla 26: Resumen del método RULA aplicado al desmontaje de la bobina.	56
Tabla 27: Check List Ocra en el proceso de retorno y reparación de cable electro sumergible Empalme.	58
Tabla 28: Resultados de aplicación del método OWAS.....	62
Tabla 29: Resultados de aplicación del método Rula	63

Tabla 30: Resultados de la aplicación del método Check List Ocra.....	65
Tabla 31: Toma de medidas antropométricas	75
Tabla 32: Diagrama de Gantt.....	84
Tabla 33: Análisis de costos	85
Tabla 34: Estimación de costos del proyecto.....	85
Tabla 35: Capacitaciones en base a las tareas que se realizan en la reparación de cable.	88
Tabla 36: Codificación de las posturas en la inspección mecánica de la coraza de cable.	88
Tabla 37: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.	91
Tabla 38: Análisis de combinaciones de posturas	91
Tabla 39: Nivel de riesgo por postura acumulada	92
Tabla 40: Categoría de riesgo	92
Tabla 41: Codificación de las posturas en la inspección de capilares y cable.	93
Tabla 42: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.	95
Tabla 43: Análisis de combinaciones de posturas	96
Tabla 44: Nivel de riesgo por postura acumulada	96
Tabla 45: Categoría de riesgo	97
Tabla 46: Codificación de las posturas en el retorno a la bobina y reparando	97
Tabla 47: Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.	100
Tabla 48: Análisis de combinaciones de posturas	101
Tabla 49: Nivel de riesgo por postura acumulada	101
Tabla 50: Categoría de riesgo	101
Tabla 51: Resumen del método RULA aplicado al montaje de bobina en el trípode...	103
Tabla 52: Resumen del método RULA aplicado a los parámetros eléctricos iniciales.	104
Tabla 53: Resumen del método RULA aplicado a la inspección mecánica de la coraza de cable.	105
Tabla 54: Resumen del método RULA aplicado a la inspección de capilares y cable.	106
Tabla 55: Resumen del método RULA aplicado al retorno de cable a la bobina y reparando.	107
Tabla 56: Resumen del método RULA aplicado a los parámetros finales	108
Tabla 57: Resumen del método RULA aplicado al desmontaje de la bobina.	109
Tabla 58: Check List Ocra en el proceso de retorno y reparación de cable electro sumergible Empalme.	111
Tabla 59: Resultados de aplicación del método OWAS.....	114
Tabla 60: Resultados de aplicación del método Rula	115

Tabla 61: Resultados de la aplicación del método Check List Ocra.....	117
Tabla 62: Evaluación del diseño	118
Tabla 63: Curva “S”	120
Tabla 64: Posición de la espalda.....	130
Tabla 65: Posición de los brazos.....	131
Tabla 66: Posición de las piernas.....	132
Tabla 67: Carga o fuerza.....	134
Tabla 68: Categoría de riesgo	135
Tabla 69: Categorías de Riesgo por Códigos de Postura.	136
Tabla 70: Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.	137
Tabla 71: Nivel de actuación según la puntuación final obtenida.	139
Tabla 72: Datos de la puntuación final del grupo A.	143
Tabla 73: Datos de la puntuación final del grupo B.	146
Tabla 74: Datos de puntuación de la actividad muscular y fuerza aplicada.	147
Tabla 75: Datos de puntuación finales de la matriz RULA.	148
Tabla 76: Datos del nivel de actuación de la matriz RULA.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la empresa Llori Llerena 4L.	9
Figura 2: Organigrama estructural de la empresa Llori Llerena 4L.	14
Figura 3: Organigrama estructural de la línea de reparación de cable electro sumergible.	14
Figura 4: Número de personas vs su opción ante las molestias de la Pregunta 1	27
Figura 5: Número de personas vs su opción ante las molestias de la Pregunta 2	28
Figura 6: Número de personas vs su opción ante la Pregunta 3	29
Figura 7: Número de personas vs su opción ante el tiempo que han sufrido las molestias en la Pregunta 4	30
Figura 8: Número de personas vs su opción ante si han recibido tratamiento por las molestias de la Pregunta 5.....	31
Figura 9: Número de personas vs su opción ante las molestias de la Pregunta 6.....	32
Figura 10: Movimientos repetitivos en el empalme	58
Figura 11: Modelo Operativo.....	66
Figura 12: Medidas antropométricas básicas de pie.	73
Figura 13: Medidas antropométricas básicas sentado.....	73
Figura 14: Diseño de estaciones de trabajo.....	76
Figura 15: Boceto mesa para empalme	76
Figura 16: Diseño de mesa de hipot y meger.....	77
Figura 17: Curva S.....	86
Figura 18: Movimientos repetitivos en el empalme.	111
Figura 19: Grupo A: Calificación para el movimiento del Brazo	140
Figura 20: Grupo A: Calificación para el movimiento del Antebrazo.....	141
Figura 21: Grupo A: Evaluación para el movimiento de la muñeca.....	142
Figura 22: Grupo B: Evaluación para el movimiento del cuello	144
Figura 23: Grupo B: Calificación para el movimiento del tronco	145
Figura 24: Grupo B: Evaluación para el movimiento de piernas.....	146

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Aplicación de metodologías ergonómicas específicas.....	130
Anexo B: Procedimiento de aplicación de método RULA.....	137
Anexo C: Evaluación Rula Campo	150
Anexo D: Reevaluación de RULA Campo	171

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA: REDISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO PARA MEJORAR LA ERGONOMÍA DE LOS TRABAJADORES EN LA LÍNEA DE REPARACIÓN DE CABLE ELECTRO SUMERGIBLE EN LA EMPRESA LLORI LLERENA 4L S.A.

AUTOR(A): Ing. Gallegos López Luis Vinicio

TUTOR (A): Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se centra en los riesgos ergonómicos que inciden sobre los trabajadores expuestos a movimientos repetitivos, posturas forzadas y la manipulación y elevación manual de herramientas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., como consecuencia de un deficiente diseño ergonómico de sus estaciones de trabajo. De esta problemática surge la propuesta de rediseñar las estaciones de trabajo de la línea de reparación de cable electro sumergible, la cual cuenta con 10 trabajadores.

La investigación se estructura en tres fases: la gestión técnica mediante (1) la identificación de riesgos ergonómicos a través de la Matriz de Riesgos Laborales IPER, complementada con una evaluación mediante el Cuestionario Nórdico Kuorinka, (2) La evaluación ergonómica propiamente dicha, empleando el método RULA (evaluación rápida de las extremidades superiores) y el método OWAS (que cuantifica la carga física derivada de las posturas) y el Checklist OCRA (que valora los movimientos repetitivos inherentes a las tareas)(3).

A partir del análisis ergonómico efectuado, se determinó que todas las actividades desarrolladas en la línea de reparación de cable electro sumergible implican posturas forzadas y trabajo repetitivo, representando de esta manera un riesgo significativo para la salud de los operarios. En respuesta a estos hallazgos, se planteó una propuesta de intervención ergonómica que contempla el uso de EPP, el rediseño de las estaciones de trabajo mediante la aplicación de software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), y la posterior elaboración y puesta en marcha de las nuevas estaciones.

DESCRIPTORES: Antropometría y diseño, CAD, Estaciones de Trabajo, IPER, Rediseño, Riesgos Ergonómicos.

ABSTRACT

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

MASTER'S DEGREE IN SECURITY, HEALTH AND INDUSTRIAL HYGIENE

AUTHOR: GALLEGOS LOPEZ LUIS VINICIO

TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO

THEME

**REDESIGN OF WORKSTATIONS TO IMPROVE WORKERS' ERGONOMICS IN THE
ELECTRIC SUBMERSIBLE CABLE REPAIR LINE AT LLORI LLERENA 4L S.A.**

ABSTRACT

This study focuses on the ergonomic risks affecting workers at Llori Llerena 4L S.A. exposed to repetitive movements, awkward postures, and manual handling and lifting of tools, resulting from poor workstation ergonomics. From this issue arises the proposal to redesign the workstations of the electric submersible cable repair line, which employs 10 workers. The research is structured into three phases involving technical management through: (1) the identification of ergonomic risks using the IPER Occupational Risk Matrix, complemented by an evaluation through the Kuorinka Nordic Questionnaire; (2) the ergonomic assessment itself, employing the RULA method (Rapid Upper Limb Assessment) and the OWAS method (which quantifies physical load derived from postures), as well as the OCRA Checklist (which evaluates repetitive movements inherent to the tasks); and (3) the development of an ergonomic intervention proposal. Based on the ergonomic analysis, all activities performed on the electric submersible cable repair line involve awkward postures and repetitive work, thereby posing a significant risk to workers' health. In response to these findings, an ergonomic intervention proposal was developed, including the use of personal protective equipment (PPE), the redesign of workstations using Computer-Aided Design (CAD) software, and the subsequent construction and implementation of the redesigned workstations.

KEYWORDS: anthropometry and design, CAD, ergonomic risks, IPER, redesign, workstations,.



Capítulo I

Introducción

Antecedentes

El taller de mantenimiento y reparación de cable electro sumergible representa un gran eslabón en la industria petrolera del país, ya que el usufructo es utilizado en la instalación de bombas electro sumergibles (BES) que da potencia a su funcionamiento un cable previo a su reparación en talleres. El rediseño de las estaciones de trabajo tiene la finalidad de optimizar la ergonomía de los trabajadores en la línea de reparación de cable electro sumergible, brindando condiciones óptimas para realizar el trabajo debido a que estas actividades representan un riesgo para la salud de los operarios. Este rediseño se apoya en las medidas antropométricas de los trabajadores.

De igual forma, mediante la aplicación de la matriz IPER se procederá a reconocer los riesgos ergonómicos, complementada con un análisis más exhaustivo a través de metodologías específicas RULA, OWAS y CHECK LIST OCRA las cuales permitirán caracterizar y cuantificar los riesgos ergonómicos presentes. En la actualidad, las estaciones de trabajo carecen de una ergonomía adecuada para el operador. Es precisamente este aspecto el que se pretende abordar en esta investigación, mediante el rediseño de las estaciones de trabajo con el apoyo de una herramienta de dibujo asistido por computadora CAD, contrastando el diseño actual con sus deficiencias ergonómicas frente a un diseño propuesto.

Es así que en el proyecto “Elaboración de instructivos de armado, mantención y reparación de cables de media tensión 5 kv-8 kv y puesta en servicio de herramienta vulcanizadora para taller eléctrico y faena minera.” aborda un tema clave para la minería, la investigación está alineada con las necesidades específicas de las operaciones mineras a cielo abierto, particularmente en la región de Atacama, donde la energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de maquinaria pesada como

palas, perforadoras y equipos de gran carguío. Además, responde a desafíos específicos como el diseño de procedimientos y metodologías para el mantenimiento y reparación de cables eléctricos de media tensión, un aspecto fundamental en la operación minera. (Castro, 2021)

Mediante el diseño propuesto, se evidenciará mejoras notables en las posiciones forzadas de los trabajadores de la línea de reparación de cable electro sumergible, y esto conlleva a una mejor producción debido a una estación del puesto de trabajo mejor diseñada, disminuyendo el esfuerzo y la fatiga al realizar sus actividades.

Se evidencia en el artículo "*Ergonomía y simulación aplicadas a la industria*" (p. 124), misma que: Se demuestra cómo la simulación puede ser una herramienta efectiva para evaluar el impacto de los rediseños ergonómicos en estaciones de trabajo industriales. Este estudio se centra en la aplicación de la ergonomía y la simulación con el objetivo de optimizar los procesos industriales. La simulación permite predecir y analizar los efectos de las mejoras ergonómicas en el entorno laboral. Además, proporciona una metodología detallada que incluye el análisis preliminar de las estaciones de trabajo, la creación de un modelo lógico y la simulación de los cambios resultantes del rediseño ergonómico. Este enfoque metodológico sirve como una guía paso a paso, facilitando su aplicación en estudios similares orientados a la mejora de las condiciones laborales y la productividad. (Rodríguez & Pérez, 2024)

Por otra parte, citando el trabajo investigativo de (Guillén, 2006). En su estudio titulado: "*Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional*", se determina que es fundamental integrar la ergonomía en la identificación y mitigación de los riesgos laborales. Mediante un análisis detallado, el autor examina como los factores de riesgo ergonómicos inciden negativamente en la salud de los trabajadores y subraya a la necesidad de abordarlos de forma sistemática

en cada puesto de trabajo. Asimismo, la investigación resalta la relevancia de realizar revisiones ergonómicas periódicas con el propósito de optimizar las condiciones laborales y reducir los riesgos asociados. (p. 64)

Además, según (Charry Diaz, 2010). En su tema de investigación titulado *"Evaluación integral del riesgo ergonómico en trabajadores de un equipo de perforación petrolera en la Magdalena Medio colombiano, durante el primer semestre de 2010"*, se establece la existencia de una estrecha relación entre las condiciones ergonómicas deficientes y el riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas en trabajadores de plataformas petroleras. Esta investigación resulta particularmente pertinente, ya que aborda un problema crítico en este tipo de entornos laborales: las deficiencias ergonómicas y su impacto directo en la salud e los operarios.

Los hallazgos clave incluyen:

- Carga física elevada, que afecta al 45.7% de los trabajadores.
- Exposición a entornos laborales nocivos, con una incidencia del 92.9%.
- Mayor prevalencia de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en el cuello (17.1%) y la columna lumbar (12.9%).

Estos resultados son fundamentales para la implementación de mejoras ergonómicas, el desarrollo de políticas preventivas y la creación de programas de capacitación orientados a la reducción de riesgos laborales. La investigación proporciona una base sólida para la toma de decisiones en la gestión de la salud y seguridad ocupacional en el trabajo dentro de la industria petrolera.

También en la investigación "*Diseño del manual de seguridad industrial para la empresa petrolera BJ Advance ubicada en Lago Agrio, provincia de Sucumbíos*" se centra en la creación de un Manual de Salud e Higiene Ocupacional como una herramienta clave para optimizar las condiciones laborales en esta empresa petrolera. El estudio, respaldado por la matriz INSHT, evidencia que todos los puestos de trabajo analizados están expuestos a riesgos moderados e importantes, lo que subraya la necesidad urgente de implementar medidas preventivas y correctivas. Como resultado, el manual propone protocolos claros para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, tanto en actividades de campo como en tareas administrativas.

Su implementación permitirá a la empresa:

- Disminuir significativamente la incidencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.
- Cumplir cabalmente con las disposiciones normativas nacionales en materia de seguridad y salud ocupacional.
- Incrementar la eficiencia operativa al tiempo que se garantiza la protección integral de los trabajadores.

El enfoque integral y validado de esta propuesta no solo beneficia a BJ Advance, sino que también ofrece un modelo replicable para otras empresas del sector petrolero, contribuyendo a una industria más segura y sostenible. (Rosero & Ruiz , 2023)

Finalmente, en la investigación "*Musculoskeletal symptoms in the area of operational maintenance of oil company workers*", el cual: Aborda la identificación de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de mantenimiento, lo que la hace relevante para estudios sobre ergonomía, salud ocupacional y riesgos laborales, especialmente en sectores de alto riesgo como la industria petrolera. La calidad

metodológica y la aplicabilidad práctica de los hallazgos son valiosas para guiar políticas de prevención de riesgos laborales. (Agila-Palacios, Colunga-Rodríguez, González-Muñoz , & Delgado-García , 2014)

Problemática

En la industria petrolera, los trabajadores ejecutan tareas altamente especializadas que, en numerosas ocasiones, exigen la adopción de posturas forzadas y agresivas, así como el manejo y transporte manual de cargas pesadas. Estas condiciones demandan una elevada exigencia al sistema músculo esquelético, lo que puede derivar en trastornos físicos y lesiones. (Párraga, 2023) Para evitar tales lesiones, que no sólo afectan la integridad del trabajador, sino que también costos para la empresa mediante el ausentismo y la disminución del desempeño, resulta necesario diseñar los puestos de trabajo considerando al ser humano como una variable fundamental. (Párraga, 2023)

El diseño ergonómico de una estación de trabajo adecuada, que minimice el riesgo de lesiones y promueva condiciones seguras, saludables y productivas, constituye un desafío complejo. Para alcanzar este objetivo, el puesto debe ser lo suficientemente flexible y adaptable a las características individuales de cada usuario; considerando variaciones como: peso, estatura, fuerza y dimensiones de segmentos corporales diferentes. (Párraga, 2023). La aplicación de normativas nacionales como internacionales abordan en materia de seguridad y salud ocupacional, junto con los principios ergonómicos, convierte el diseño de puestos de trabajo en un proceso interdisciplinario que debe orientarse hacia un diseño ergonómico integral.

En la empresa Llori Llerena 4L, no ha existido el interés pertinente con el diseño, de igual manera con la seguridad, salud y la ergonomía industrial, la adopción de posturas incómodas generan malestar a los trabajadores debido al diseño de las estaciones de trabajo, esto también afecta a su estado físico, la salud y rendimiento laboral. Es necesaria la

elaboración de un diseño en el cual se garantice las condiciones necesarias para afrontar las dolencias de los trabajadores y una vez realizado el diseño no solo se evidenciará mejoras en las condiciones subestándar, sino también en la optimización del proceso, teniendo mejores tiempos en su producción de la línea de producción.

Justificación

La **importancia** de mitigar accidentes laborales está estrechamente relacionada con la mejora de las condiciones de trabajo, por lo tanto, con la ergonomía, el propósito de la investigación es proporcionar a los trabajadores y a la empresa un estudio en el cual se pueda optimizar la salud laboral, al rediseñar las estaciones de trabajo otorgando un ambiente seguro, cómodo referente a su ergonomía y productivo con su mejora de tiempos en el proceso.

La **utilidad** de esta propuesta es también promover el orden y la limpieza, establecer instrucciones claras, y optimizar la configuración ergonómica del espacio laboral no solo contribuye en la seguridad y bienestar de los trabajadores, sino que también mejora la eficiencia y la calidad del trabajo. Un mejor diseño de las estaciones de trabajo facilita una ejecución más cómoda y efectiva de las tareas, lo que se traduce en un aumento de la productividad.

Para llevar a cabo el rediseño de las estaciones de trabajo, es de vital importancia la **factibilidad** del análisis antropométrico de cada operario en la línea de reparación de cable electro sumergible. Además, se requiere identificar factores de riesgo ergonómico mediante la aplicación de la matriz IPER, seguida del uso de metodologías específicas para su estudio. Una vez completadas estas etapas, se obtendrán las medidas corporales promedio de los trabajadores, lo que permitirá desarrollar un diseño optimizado en un software de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

Para garantizar el **impacto** del proyecto y alcanzar los objetivos, es necesario implementar equipos de protección personal, delimitar los puestos de trabajo según los requerimientos de cada área, y aumentar la frecuencia del mantenimiento de la maquinaria. Asimismo, es fundamental llevar a cabo el rediseño de las estaciones de trabajo para optimizar las condiciones ergonómicas y la eficiencia operativa.

Los **beneficiarios** con el rediseño apreciarán mejoras en las posturas forzadas y, de manera indirecta se optimizará la producción en la reparación de cables electro sumergibles. Así mismo su impacto como investigación contribuirá a que futuros estudios aborden el diseño industrial desde una perspectiva ergonómica. Esto facilitará el desarrollo de estaciones de trabajo más eficientes, evidenciando mejoras tanto en los tiempos de producción como en la reducción de riesgos laborales.

Objetivos

Objetivo general

Mitigar los riesgos ergonómicos con el rediseño de las estaciones de trabajo en las actividades de reparación de cable electro sumergible en LLORI LLERENA 4L S.A, para optimizar la ergonomía laboral.

Objetivos Específicos:

- Comprender el contexto del proceso de la línea de reparación de cable electro sumergible para poder implementar las mejoras con las metodologías aplicadas.
- Evaluar las condiciones actuales mediante la identificación de los riesgos en las estaciones de trabajo, utilizando la matriz IPER.
- Analizar mediante metodologías estandarizadas los riesgos ergonómicos de posturas forzadas (OWAS, RULA) y movimientos repetitivos (CheckList Ocra) detectados en las estaciones de trabajo para tener una línea base en la investigación.

- Realizar un levantamiento antropométrico para determinar variables dimensionales que guiarán el diseño y la configuración de la estación de trabajo que promueva la salud postural y la eficiencia operativa.
- Proponer el rediseño de las estaciones de trabajo que cumplan con criterios ergonómicos adecuados reduciendo la exposición al riesgo laboral del colaborador.

Capítulo II

Ingeniería del proyecto

Diagnóstico de la situación en Llori Llerena 4L S.A

Llori Llerena 4L, es una empresa con 14 años de experiencia en la prestación de servicios petroleros, cuenta con alrededor de más de 90 trabajadores y con 3 bases de operación en la ciudad de Coca, Dayuma y Shushufindi. 4L se ha consolidado como un aliado estratégico en la industria petrolera, proporcionando soluciones especializadas en mantenimiento, reparación y optimización de cable para bombas electro sumergibles (BES) y otros servicios críticos. El compromiso con la calidad y la seguridad impulsa cada uno de sus proyectos en la Amazonía ecuatoriana. Su objetivo es ser un aliado estratégico para sus clientes, promoviendo el crecimiento responsable de la industria en equilibrio con el medio ambiente y las comunidades locales. No obstante, se ha podido evidenciar la existencia de riesgos ergonómicos en la línea de reparación de cable electro sumergible debido a que no se cuenta con un diseño ergonómico adaptado a las estaciones de trabajo, también al desconocimiento de las normativas correspondientes. Hasta el momento, no se ha realizado ningún estudio ergonómico de las estaciones de trabajo y ni tampoco un diseño ergonómico estructurado que conlleve pasos para optimizar la misma.

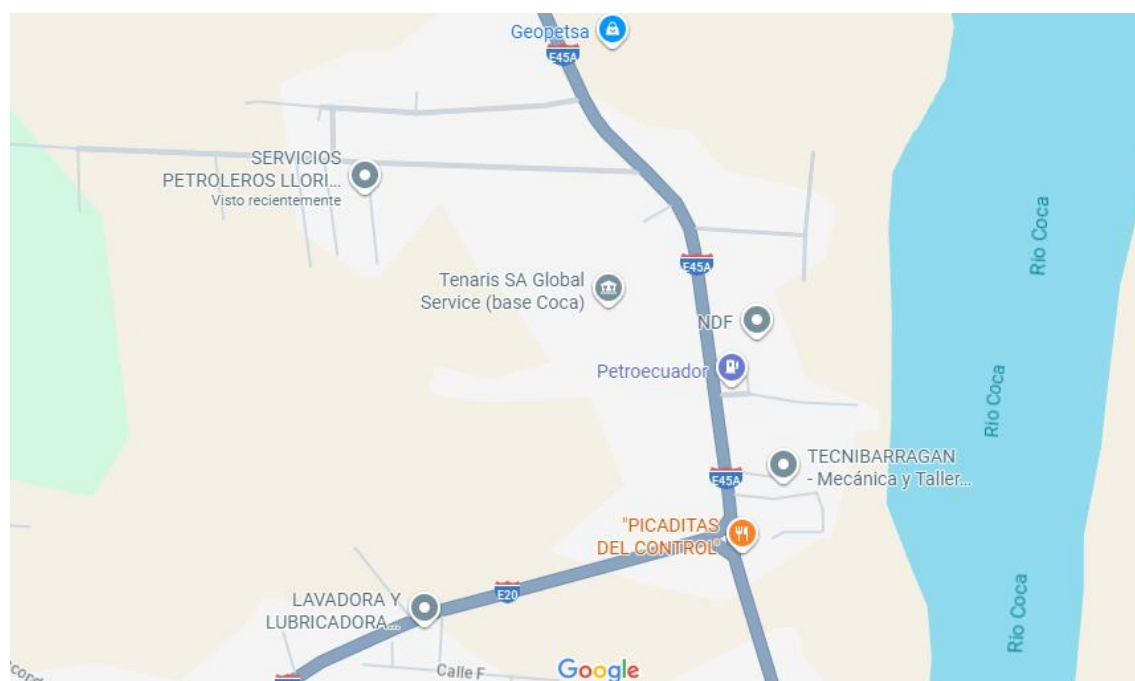
En la Tabla 1 se verifica la información general de la empresa y en Figura 1 la ubicación.

Tabla 1

Ítem	Datos	Descripción
1	Nombre	Llori Llerena 4L
2	Razón social	Llori Llerena 4L S.A.
3	Ruc	2290320774001
4	Dueño	Tarquino Llori Llerena
5	Provincias	Orellana y Sucumbíos
6	Dirección	Nuevo paraíso / km ½ vía a lago agrio
7	Ubicación	Coca
8	Latitud	-0.421637, -76.998357
9	Celular	096 763 6196
10	Correo	superintendenciageneral@4l-llori.com

Nota: Adaptado de datos de Llori Llerena 4L S.A. (2026). Recuperado de: <https://4l-llori.com>

Figura 1



Nota: Captura de pantalla de Google Maps (2026), que muestra la ubicación exacta de la empresa Llori Llerena 4L S.A.

Misión

Proveer servicios de calidad en cuanto a enrollado, bandeado de cable (Spooling & Banding) e instalación, mantenimiento y reparación de cable para bombas electrosumergibles, entre otros, prestando apoyo tanto para actividades en taladros de perforación como de rehabilitación y/o reacondicionamiento de pozos petroleros. Todo esto siempre comprometidos con la excelencia en servicio, para satisfacer las necesidades del cliente.

Visión

Ser reconocidos como una empresa líder a nivel nacional en proveer servicios de enrollado, bandeo de cable (spooling & banding) e instalación, mantenimiento y reparación de cable para bombas electro-sumergibles, entre otros, innovándonos a los requerimientos del mercado y generando beneficios económicos con responsabilidad social y ambiental.

Políticas de la empresa

LA COMPAÑIA DE SERVICIOS PETROLEROS LLORI LLERENA

CUATROELE S.A., es una empresa que presta servicios a la industria petrolera en el ámbito de “Spooling and Banding”, mantenimiento y reparación de cable para bombas electro-sumergibles, entre otros, nacida en el corazón de la Amazonía ecuatoriana y en su afán de mantener los más altos estándares en cuanto a calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en el trabajo dentro de un contexto de mejora continua de su sistema integrado de gestión (SIG).

La empresa se encuentra comprometida a:

1. Proveer servicios oportunos y correctos de manera que aseguramos el cumplimiento de los requisitos de los clientes para aumentar su satisfacción y asegurar que la empresa sea confiable.
2. Promover a contratistas y proveedores para que presten servicios y proporcionen productos o insumos cumpliendo con esta política.
3. Mantener equipos confiables mediante su certificación dada por proveedores calificados nacional e internacionalmente, que permita dar continuidad al servicio.
4. Proteger el medio ambiente, incluyendo la mitigación de la contaminación y el máximo aprovechamiento de recursos mitigando la generación de residuos sólidos contaminados derivados de la prestación de servicios en campo y actividades en base.

5. Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de daños en la salud inherente a nuestros servicios considerando la naturaleza específica de los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo (SST).
6. Asegurarse que cada operario sea responsable de ejecutar su trabajo de conformidad con las prácticas y procedimientos establecidos y de contar con las herramientas, equipos, EPP y entrenamiento adecuado.
7. Establecer y mantener mecanismos que permitan la consulta y participación activa de los trabajadores en todos los niveles y funciones de la organización, así como de sus representantes cuando corresponda.
8. Eliminar los peligros y reducir los riesgos inherentes a nuestros procesos y servicios a fin de mitigar incidentes y accidentes relacionados con la seguridad y la salud ocupacional.
9. Identificar, evaluar y controlar los aspectos medio ambientales inherentes a nuestros procesos y servicios a fin de proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación dentro del alcance de nuestras operaciones.
10. Cumplir con las leyes ecuatorianas en temas de Seguridad, Salud y Ambiente, así como otros requisitos que la compañía suscriba dentro del alcance de nuestras operaciones.
11. Proporcionar, mantener y mejorar la infraestructura operativa y administrativa de forma que asegure el alineamiento a los principios de esta política, al alcance de las operaciones, disponibilidad de recursos y de las opciones tecnológicas.
12. Concientizar a todos los colaboradores de la empresa, sobre los efectos en la salud y las consecuencias laborales del consumo y abuso de tabaco, alcohol y drogas.

13. Comprometer a todos los colaboradores a evitar y prevenir: comportamientos no éticos, tratos discriminatorios, trabajo infantil, o cualquier otro tipo de actividades que pongan en peligro la imagen y buen nombre de la empresa.
14. Concientizar a todos los colaboradores de la empresa sobre las consecuencias laborales y legales del irrespeto a las leyes de tránsito cuando conducen vehículos de la empresa.

Objetivos estratégicos empresariales

Ambiente. – La compañía está comprometida a promover una cultura ambiental que permita el establecimiento de buenos hábitos y actitudes en los trabajadores y comunidad en general al cuidado y conservación del medio ambiente, alcanzando así la promoción del desarrollo sostenible. Así nuestro objetivo ambiental es “Mantener la generación de residuos sólidos contaminados derivados de la prestación de servicios en campo y actividades en base en rangos mínimos aceptables”.

Seguridad y SSO. – Como parte del compromiso sobre la seguridad de sus colaboradores es deber de la compañía analizar las posibles causas de los accidentes e incidentes que se puedan presentar dentro de la organización como estrategia para monitorear la ocurrencia de accidentes laborales en sus trabajadores, encaminando a la empresa hacia el logro de una mayor competitividad, por medio de estrategias que permitan despertar el potencial de las personas y estimular la participación para el mejoramiento no solo de las condiciones de salud y seguridad, sino también de la calidad y la productividad de la empresa sin riesgos de accidentes. El objetivo es “Mitigar, reducir o mantener la siniestralidad de accidentes e incidentes, sensibilizando al personal para que adopte una cultura de seguridad y participación en el cuidado permanente”.

Calidad. - A lo largo de los años se ha demostrado competitividad a nivel de industria y tener la oportunidad de obtener nuevos clientes cumpliendo con los altos estándares

exigidos. El objetivo de calidad es dar “Trabajos perfectos para todos los servicios, es decir, servicios conformes asociados a los indicadores de gestión del proceso de planificación y prestación del servicio”.

Servicios de la empresa

Servicio de Sporting and Banding. – Se ofrecen servicios de unidades de spooler especializadas para recuperar, instalar/desinstalar protectores de cable, mid joint, y/o instalación/desinstalación de bandas para sistemas bombeo electro sumergible.

Mantenimiento y Reparación de Cable para sistemas BES. - Servicios especializados para la inspección, medición, reparación, pruebas de cable de potencia y capilar del cable de potencia para aplicaciones del sistema de bombeo electro sumergible.

Acorazado de Cable y Empalmes Invisibles. – Se proporciona protección avanzada a través del acorazado de cables y empalmes invisibles, diseñados para resistir entornos de alta presión y mantener la continuidad operativa."

Comercialización, Instalación y Desinstalación de Conectores. – Se ofrece venta, instalación y desinstalación de conectores de alta calidad, asegurando conexiones seguras y duraderas para sistemas críticos.

Comercialización de Protectores de Cable y Mid Joints. – Se oferta venta, instalación y desinstalación de conectores de alta calidad, asegurando conexiones seguras y duraderas para sistemas críticos.

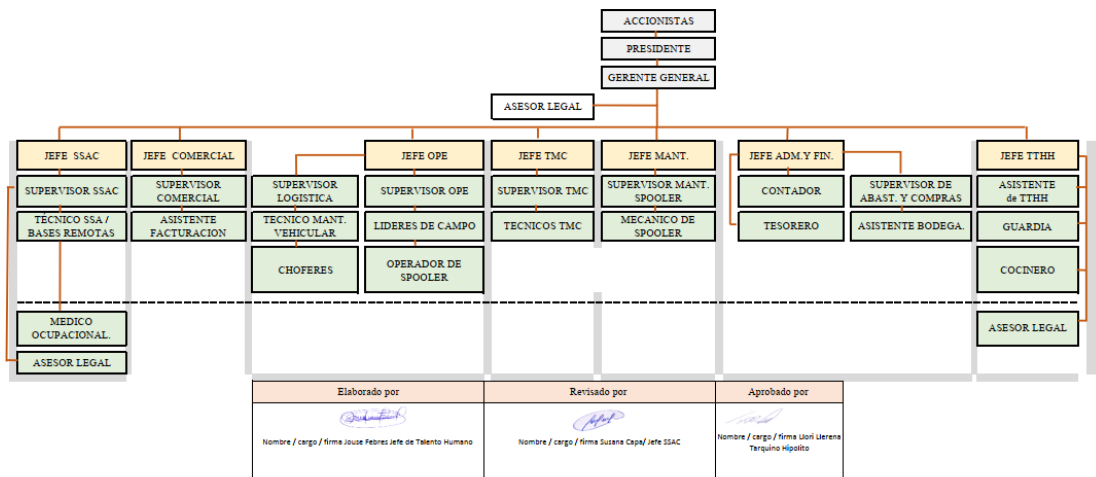
Comercialización de Cintas Galvanizadas para Recubrimiento de Cable BES. – Se suministra protectores de cable y mid joints de primera calidad, diseñados para proteger los cables en condiciones de trabajo extremas.

Procesos administrativos de la empresa

En el siguiente mapa se evidenciará el organigrama estructural de la empresa Llori Llerena 4L. S.A.

Figura 2

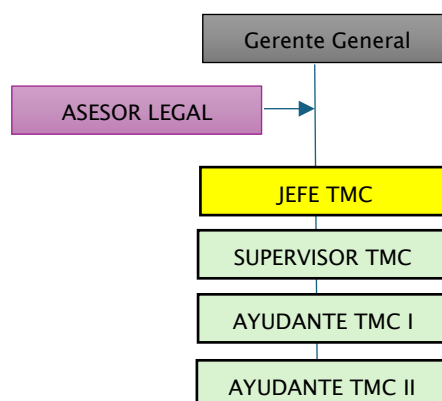
Organigrama estructural de la empresa.



Nota: Estructura organizacional responde a un modelo jerárquico funcional (Llori Llerena, 2024).

Figura 3

Organigrama de la línea de reparación de cable electro sumergible



Nota: Llori Llerena. (2024). Organigrama estructura de la línea de reparación de cable electro sumergible. [Documento interno no publicado].

Datos sociodemográficos

La siguiente tabla presenta datos sociodemográficos de los trabajadores de la empresa Llori Llerena 4L.

Tabla 2

Datos sociodemográficos de Llori Llerena 4L.

Ítem	Variable	Categoría	Cantidad	Porcentaje
1	Genero	Femenino	3	30%
		Masculino	7	70%
2	Edad	19-29	5	50%
		30-39	3	30%
		40-70	2	20%
3	Nivel de estudio	Básica	0	0
		Secundaria	4	40%
		Universitaria	6	60%
4	Estado civil	Soltero	7	70%
		Casado	3	30%
		Divorciado	0	0
		Viudo	0	0
5	Grupo étnico	Mestizo	10	100%
		Blanco	0	0
		Indígena	0	0
		Afroecuatoriano	0	0
6	Zona de residencia	Rural	0	0
		Urbana	10	100%
7	Región geográfica	Costa	2	20%
		Sierra	3	30%
		Amazonia	5	50%
		Insular	0	0
8	Responsable de hogar	Si	8	80%
		No	2	20%
9	Años de trabajo	Menos de 2 años	3	30%
		Entre 2 y 4 años	1	10%
		Más de 4 años	6	60%

Nota: Llori Llerena. (2024). Datos sociodemográficos del área de TMC. [Documento interno no publicado].

La tabla muestra que la empresa cuenta con 10 trabajadores en el área de reparación de cable electro sumergible, teniendo en generó un 30% femenino y un 70% masculino, en el rango de las edades pasamos de 19-29 con un 50%, 30-39 años con un 30% y 40-70 tenemos un 20%, para su nivel de estudio tenemos que la básica tiene un 0%, para secundaria tenemos un 40% y universitaria 60%, su estado civil soltero predomina con un 70% y casado un 30%, para el grupo étnico tenemos un 100% en mestizo, para la zona de residencia un 100% en urbana, la región a la que pertenecen los trabajadores a la costa un 20% a la sierra un 30% y a la amazonia 50, responsables del hogar son 80% si lo son y el 20% no, en los años trabajados menos de 2 años tienen un 30% entre 2 y 4 años está el 10%, y en más de 4 años está el 60%.

Identificación y evaluación de riesgos

La identificación de riesgos se llevará a cabo aplicando la metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos), con el objetivo de reconocer y valorar de forma sistemática los peligros presentes en materia de seguridad. Para el análisis específico de riesgos ergonómicos, se utilizarán la metodología OWAS y RULA, que permitirán evaluar tanto las posturas adoptadas por los trabajadores durante sus actividades como el nivel de riesgo asociado a las mismas. Con base en los resultados obtenidos, se procederá al rediseño de las estaciones de trabajo.

A continuación, se detallará las actividades realizadas en la Tabla 3 por cada uno de los técnicos de reparación de cable electro sumergible y una evidencia fotográfica.

Tabla 3

En esta tabla se muestra el proceso y actividades de la reparación de cable electro sumergible. Se puede ver como ingresa la bobina de cable a repararse, tomando parámetros eléctricos, presiones en los capilares y la verificación visual y sensorial de la coraza que blindo el cable.

Ítem	Proceso	Actividades	Evidencia fotográfica
1	Montaje de bobina en el Trípode.	1. Colocar el elevador en la bobina. 2. Colocar el eje en la bobina. 3. Colocar las cuerdas guía para el montaje. 4. Levanta la bobina a 10 ft aprox. 5. Colocar la bobina en el trípode. 6. Asegurar a la bobina en el trípode.	

2	Parámetros eléctricos iniciales.	1. Retirar la cinta film de la bobina embalada. 2. Drenar el fluido del capilar. 3. Cortar 2 ft de las puntas. 4. Realizar puntas en el cable. 5. Medir la resistencia de la punta inicial con la final. 6. Aislar las puntas con cinta.	
3	Inspección mecánica de la coraza de cable.	1. Pasar la punta inicial por el recontador. 2. Accionar el mando para llevar la punta inicial del cable a la bobina 2. 3. Asegurar la punta inicial a la bobina 2. 4. Inspección visual y sensorial de la armadura del cable. 5. Hallar fallas mecánicas.	
4	Inspección de capilares y cable.	1. Instalar el fitting con la bomba de recirculación. 2. Si cumple parámetros – continuar con la conexión en la bomba hidrostática. 3. Si cumple parámetros – 10 min – 3000 psi. Continuar a chequear parámetros eléctricos. 4. Realizar puntas en la tramo final. 5. Tomar parámetros HIPOT 10000 V, MEGER 5000 V. 6. Si cumple parámetros – retornar el cable.	

- | | | |
|---|---|--|
| | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pasar la punta final por el recontador. 2. Accionar el mando para llevar la punta final del cable a la bobina 1. |
| 5 | Retorno de cable a la bobina y reparando. | <ol style="list-style-type: none"> 3. REPARACIÓN: (Reparación de coraza, Empalme, taponamientos en capilares, reparaciones de conductores.) 4. Encarretado en la bobina 1. |



- | | | |
|---|--------------------|---|
| 6 | Parámetros Finales | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sellado en la coraza. 2. Toma de parámetros finales - HIPOT 10000 V, MEGER 5000 V. Si cumple parámetros. 3. Embalado con cinta Film de la bobina. 4. Colocar simbología de Operativo. |
|---|--------------------|---|



- | | | |
|---|-------------------------|--|
| 7 | Desmontaje de la bobina | <ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontar los seguros del trípode. 2. Colocar las cuerdas guía para el desmontaje. 3. Desmontaje de bobina del trípode. 4. Levantar la bobina 10 ft aprox. 5. Desmontar el eje de la bobina. 6. Dejar la bobina operativa en despacho. |
|---|-------------------------|--|



Nota: Elaboración propia basada en documentación no publicada [Llori Llerena, 2024]

Evaluación de riesgos ergonómicos – IPER

En el presente apartado, correspondiente a la identificación de riesgos mediante la metodología IPER, se procedió inicialmente a la determinación de las tareas ejecutadas en el

área de reparación de cable electro sumergible, con el propósito de delimitar con precisión los procesos que serán objeto de análisis en función de los peligros y riesgos ergonómicos contemplados en la matriz.

Las fases que estructuran el proceso IPER comprenden:

1. Recopilación de información previa.
2. Identificación de peligros.
3. Evaluación del riesgo.
4. Valoración del IPER.
5. Revaloración del nivel de riesgo.

En el contexto ecuatoriano, existen metodologías reconocidas en el ámbito de seguridad y salud ocupacional, enmarcadas dentro de la normativa vigente para la identificación y evaluación de factores de riesgos laboral. Entre estas destacan la Guía Técnica Colombiana GTC – 45, la del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), la Notas Técnicas de Prevención NTP 330, entre otras. No obstante, para el desarrollo de la presente investigación, se seleccionó la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos IPER como herramienta principal de análisis.

La metodología IPER, se caracteriza por incorporar criterios específicos de evaluación, tales como: índice de personas expuestas, la existencia de procedimientos, el nivel de capacitación y entrenamiento, así como el índice de exposición al riesgo. Asimismo, constituye una herramienta orientada al levantamiento de información primaria. A diferencia de la metodología NTP 330, que requiere una fase previa de investigación, y de GTC – 45, que demanda un conocimiento amplio para la adecuada valoración de los factores de riesgo en las organizaciones, la IPER permite una aplicación más directa y sistemática.

En este contexto, su utilización como matriz para la identificación y evaluación de riesgos en la presente investigación contribuye a reducir los niveles de subjetividad asociados a la GTC-45, particularmente en lo referente a la priorización de los riesgos.

El procedimiento de como evaluar se encuentra en el **Anexo A**.

Tabla 4

Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos en el proceso de reparación de cable electro sumergible mediante matriz IPER.

EMPRESA: LLORI LLERENA 4L S.A.						IPER										4						
CODIGO: IPER-4L-001																						
FECHA: 10 de junio de 2025																						
ANALISTA: Ing. Franklin Quezada																						
ELABORADO: Ing. Luis Gallegos						IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACION DE RIESGOS - LLORI LLERENA 4L																
PROCESOS										PELIGRO		RIESGO			EVALUACION INICIAL							
Nº	ÁREA/PROCESO	ACTIVIDAD	PUESTO DE TRABAJO	TIPO DE ACTIVIDAD		AFECTA A		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO	CONSECUENCIA DEL RIESGO	PROBABILIDAD					INDICE DE SEVERIDAD (S)	RIESGO = P x S	NR: NIVEL DE RIESGO (IT-IM-MO-TR)	RIESGO SIGNIFICATIVO (SI/NO)	
				RUTINARIA (R)	NO RUTINARIA (NR)	PROPIOS	TERCEROS						INDICE DE PERSONAS EXPUESTAS (IPE)	INDICE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES (IPEE)	INDICE DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO (ICE)	INDICE DE EXPOSICION AL RIESGO (IRE)	INDICE DE PROBABILIDAD (P)					
1	Montaje de bobina en el Trípole.	1.Colocar el elevador en la bobina. 2.Colocar el eje en la bobina. 3.Colocar las cuerdas guía para el montaje. 4.Levanta la bobina a 10 ft aprox. 5.Colocar la bobina en el trípole. 6.Asegurar a la bobina en el trípole.	Elevador y Trípole.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONÓMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI	
2				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONÓMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO	
3				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONÓMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO	
4				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONÓMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI	
5				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONÓMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO	
1	Parámetros eléctricos iniciales.	1.Retirar la cinta film de la bobina embalada. 2.Drenar el fluido del capilar. 3.Cortar 2 ft de las puntas. 4.Hacer puntas en el cable. 5.Medir la resistencia de la punta inicial con la final. 6.Aislar las puntas con cinta.	Pedestal para toma de parámetros.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONÓMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	1	8	TO	NO	
2				X		X		501	Movimientos repetitivos	ERGONÓMICO	Exposición a movimientos repetitivos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI	
3				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONÓMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI	
4				X		X		503	Hábitos incorrectos del personal	ERGONÓMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO	
5				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONÓMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI	
6				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONÓMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	1	8	TO	NO	
7				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONÓMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO	

1	Inspección mecánica de la coraza de cable.	1.Pasar la punta inicial por el recontador. 2.Accionar el mando para llevar la punta inicial del cable a la bobina 2. 3.Asegurar la punta inicial a la bobina 2. 4.Inspección visual y sensorial de la armadura del cable. 5.Hallar fallas mecánicas.	Recontador	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONOMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
2				X		X		501	Movimientos repetitivos	ERGONOMICO	Exposición a movimientos repetitivos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
3				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONOMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
4				X		X		503	Hábitos incorrectos del personal	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
5				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
6				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
7				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONOMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
1	Inspección de capilares y cable.	1.Instalar el fitting con la bomba de recirculación. 2.Si esta OK – continuar con la conexión en la bomba hidrostática. 3.Si esta OK – 10 min – 3000 psi. Continuar a chequear parámetros eléctricos. 4.Hacer puntas en la punta final. 5.Tomar parámetros HIPOT 10000 V, MEGER 5000 V. 6.Si esta OK – retornar el cable.	Pedestal para toma de parámetros, bomba de circulación y bomba hidrostática.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONOMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
2				X		X		501	Movimientos repetitivos	ERGONOMICO	Exposición a movimientos repetitivos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
3				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONOMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
4				X		X		503	Hábitos incorrectos del personal	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
5				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
6				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
7				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONOMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
1	Retorno de cable a la bobina y reparando.	1.Pasar la punta final por el recontador. 2.Accionar el mando para llevar la punta final del cable a la bobina 1. 3.REPARACIÓN: (Reparación de coraza, Empalme, taponamientos en capilares, reparaciones de conductores.) 4.Encarretado en la bobina 1.	Pedestal para toma de parámetros, mesa de empalme.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONOMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
2				X		X		501	Movimientos repetitivos	ERGONOMICO	Exposición a movimientos repetitivos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
3				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONOMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
4				X		X		503	Hábitos incorrectos del personal	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
5				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
6				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
7				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONOMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI

1	Parámetros Finales	1.Sellado en la coraza. 2.Toma de parámetros finales - HIPOT 10000 V, MEGER 5000 V. Si esta OK. 3.Embalado con cinta Film de la bobina. 4.Colocar simbología de Operativo.	Pedestal para toma de parámetros, mesa de empalme.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONOMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	1	8	TO	NO
2				X		X		501	Movimientos repetitivos	ERGONOMICO	Exposición a movimientos repetitivos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
3				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONOMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
4				X		X		503	Hábitos incorrectos del personal	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
5				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	1	8	TO	NO
6				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
7				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONOMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
1	Desmontaje de la bobina.	1.Desmontar los seguros del trípode. 2.Colocar las cuerdas guía para el desmontaje. 3.Desmontaje de bobina del trípode. 4.Levantar la bobina 10 ft aprox. 5.Desmontar el eje de la bobina. 6.Dejar la bobina operativa en despacho.	Elevador y Trípode.	X		X		500	Movimiento de carga	ERGONOMICO	Esfuerzos por empujar, tirar objetos o transportar cargas	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
2				X		X		502	Movimientos bruscos	ERGONOMICO	Esfuerzo por movimientos bruscos	Molestias cervicales, trastornos en la zona lumbar de la espalda.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
3				X		X		506	Mobiliario no adecuado	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, trastornos en la zona y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO
4				X		X		507	Espacios reducidos de trabajo	ERGONOMICO	Posturas inadecuadas	Molestias cervicales, abdominales, ahogamiento o la asfixia	1	2	2	3	8	3	24	IM	SI
5				X		X		508	Trabajos de Pie	ERGONOMICO	Trabajos de pie con tiempo prolongados	Fatiga y tensión muscular en piernas, espalda y cuello al disminuir el flujo de sangre en estas zonas.	1	2	2	3	8	2	16	MO	NO

Nota: Esta tabla muestra la identificación y evaluación inicial de riesgos ergonómicos mediante la matriz IPER aplicada al proceso de reparación de cable electro sumergible. Los datos fueron recolectados por el investigador mediante observación directa en las instalaciones de Llori Llerena 4L S.A., El Coca, Ecuador, durante el año 2025. Los riesgos se clasifican según su nivel (Importante [IM], Moderado [MO] y Tolerable [TO] y se determinó su significatividad (Si/No) con base en la combinación de probabilidad y severidad.

Interpretación: La tabla 4 muestra los resultados de la evaluación de riesgos ergonómicos realizada mediante la matriz IPER en la línea de reparación de cable electro sumergible. El análisis abarcó siete procesos principales y permitió identificar los peligros biomecánicos y posturales asociados a cada actividad.

En el **proceso 1 (montaje de la bobina en el trípode)**, las actividades de colocación del elevador, inserción del eje, uso de cuerdas guía y elevación de la bobina hasta aproximadamente 10ft generaron riesgos **importantes** por movimiento manual de cargas y espacios reducidos de trabajo, así como riesgos **moderados** asociados a movimientos bruscos, mobiliario no ergonómico y trabajo prolongado de pie.

En el **proceso 2 (toma de parámetros eléctricos iniciales)**, las tareas de retiro de cintas film, drenaje de fluidos del capilar, corte a 2ft, preparación de puntas, medición de resistencia y asilamiento de las puntas produjeron riesgos **importantes** derivados de movimientos repetitivos, movimientos bruscos y mobiliario inadecuado; riesgos **moderados** por hábitos posturales incorrectos y trabajo estático de pie; y riesgos **tolerables** relacionados con espacios reducidos y movimiento de cargas.

Durante el **proceso 3 (inspección mecánica de la coraza de cable)**, las actividades de paso de la punta por el encarretador, accionamiento del mando, fijación de la punta e inspección visual y sensorial generaron riesgos **importantes** por movimientos repetitivos, movimientos bruscos y trabajo de pie, junto con riesgos **moderados** por movimiento de cargas, hábitos posturales inadecuados, mobiliario no ergonómico y espacios reducidos de trabajo.

El **proceso 4 (inspección de capilares y cable)**, que incluyó la instalación del fitting con bomba de recirculación, conexión hidrostática y realización de pruebas eléctricas (HIPOT y MEGGER), presentó riesgos **importantes** por movimiento de cargas, movimientos repetitivos, movimientos bruscos y trabajo de pie, y riesgos **moderados** por hábitos posturales incorrectos, mobiliario inadecuado y espacios reducidos.

En el **proceso 5 (retorno del cable a la bobina y reparaciones)**, se concentró el mayor número de riesgos **importantes**, entre ellos movimiento manual de cargas, movimientos repetitivos y bruscos, hábitos posturales inadecuados, mobiliario no ergonómico, espacios reducidos de trabajo y trabajo prolongado de pie.

El **proceso 6 (parámetros eléctricos finales)**, que comprendió el sellado de la coraza, mediciones finales con HIPOT y MEGGER, embalaje con cinta film y colocación de simbología operativa, mostró riesgos **importantes** principalmente por trabajo de pie, riesgos **moderados** por movimiento repetitivos, movimientos bruscos, hábitos posturales y espacios reducidos, y riesgos **tolerables** por movimiento de cargas y mobiliario inadecuado.

Finalmente, en el **proceso 7 (desmontaje de la bobina)**, las actividades de retiro de seguro del trípode, colocación de cuerdas guía, elevación de la carga a 10ft de altura y traslado de la bobina al área de despacho generaron riesgos **importantes** por movimiento de cargas y espacio reducidos de trabajo, y riesgos **moderados** por movimientos bruscos, mobiliario no ergonómico y trabajo de pie.

Aplicación del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (Kuorinka et al., 1987) al personal de Llori Llerena 4L S.A.

Los trastornos músculo esqueléticos tienen una alta prevalencia e incidencia, tanto en población general, como en el mundo del trabajo - en diversas actividades y rubros económicos - afectando no solo la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que, además, impactando la sostenibilidad de las empresas e instituciones, debido a la disminución en los niveles de productividad y aumento del ausentismo. (Ibacache, 2018)

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) se definen como una lesión física originada por trauma acumulado, que se desarrolla gradualmente sobre un periodo de tiempo, como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema músculo esquelético. También pueden generarse por un esfuerzo puntual que sobrepasa la resistencia fisiológica de los tejidos que componen el sistema músculo esquelético. Estos van desde molestias leves y pasajeras hasta lesiones irreversibles. Su expresión se deriva de la combinación e interacción de múltiples factores de riesgo presentes en el proceso, sin embargo, es más probable encontrarlos en aquellas actividades en donde se requiere de esfuerzos físicos, tales como, aplicación de fuerzas, posturas forzadas y/o mantenidas durante periodos prolongados, o trabajos de alta repetitividad. También son de importancia, entre otros, los factores organizacionales, los psicosociales y los factores individuales, tales como la edad, el sexo o la constitución física. (Ibacache, 2018)

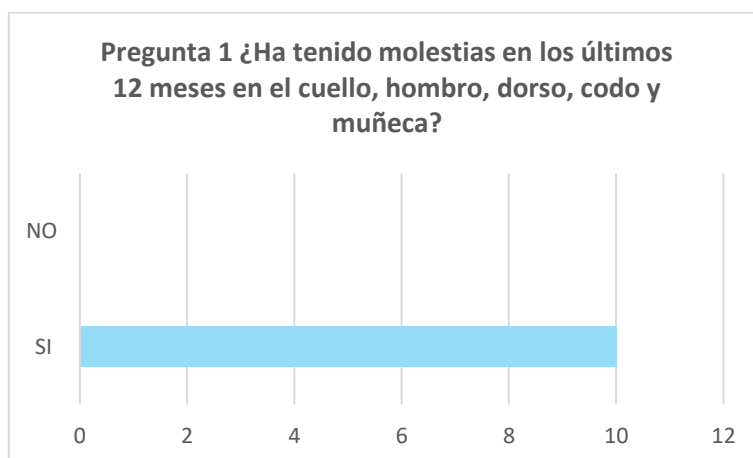
Se ha procedido a la utilización del Cuestionario Nórdico de Kuorinka ya que se centra en la evaluación de los síntomas músculos – esqueléticos de las 10 personas encuestadas (Jefe TMC, Supervisor TMC, Técnico TMC, Asistente I TMC y Asistente II TMC). El propósito primordial de este cuestionario es destacar, a través de datos de referencia, las condiciones subestándares asociadas a la ergonomía, con el objetivo de facilitar una intervención temprana.

El cuestionario consta de 6 preguntas de opción múltiple, las cuales fueron entregadas a los trabajadores del área de reparación de cable electro sumergible, el cuestionario se llenará con información en el periodo más reciente de 12 meses.

Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (Kuorinka et al., 1987)

Figura 4

Respuestas a la Pregunta 1 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético sobre molestias en el cuello, hombro, dorso, codo y muñeca en los últimos 12 meses en el personal de Llori Llerena 4L S.A.

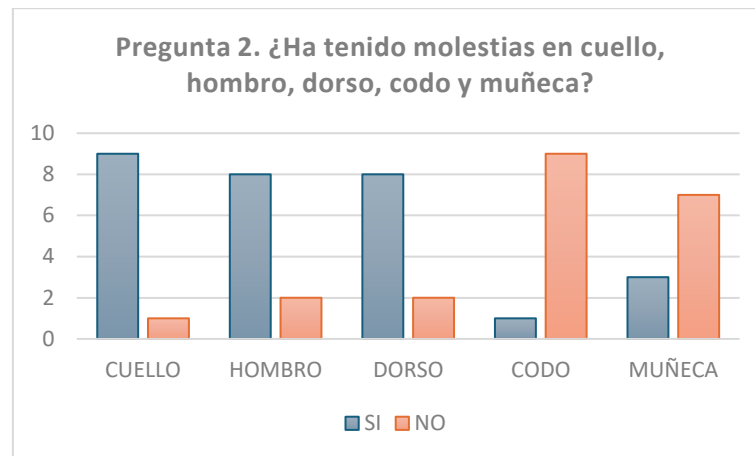


Nota: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Análisis: Los resultados de la Pregunta 1 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético revelan que el 100% de los trabajadores encuestados (n=10) reportaron haber experimentado molestias musculoesqueléticas en al menos una de las regiones corporales evaluadas (cuello, hombro, dorso, codo o muñeca) durante los últimos 12 meses. Ningún trabajador indicó ausencia de molestias de dichas zonas. Estos hallazgos sugieren una elevada prevalencia de síntomas musculoesqueléticos relacionados con las actividades realizadas en el área de TMC, lo que indica la posible influencia de factores de riesgo ergonómicos presentes en el proceso de trabajo.

Figura 5

Prevalencia de molestias musculoesqueléticas en cuello, hombro, dorso, codo y muñeca reportadas por el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. según la Pregunta 2 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético.



Nota: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. (2025).

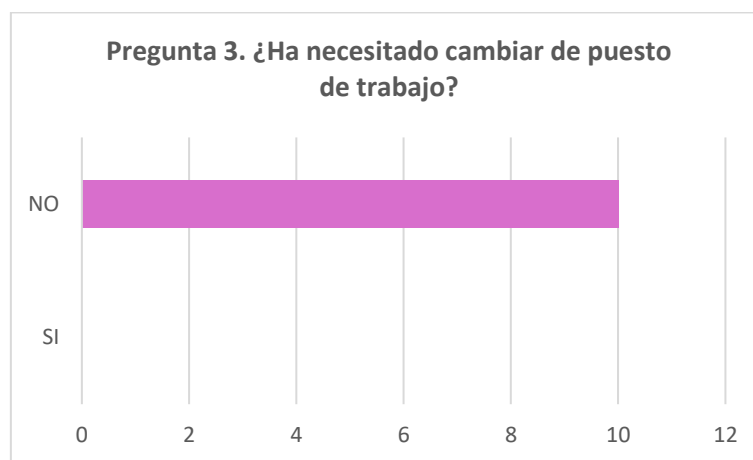
Análisis: Los resultados de la Pregunta 2 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético indican una elevada prevalencia de molestias en las regiones corporales superiores. El 90% de los trabajadores (n=9) reportó haber experimentado molestias en el cuello, el 80% (n=8) en el hombro y el 80% (n=8) en el dorso durante los últimos 12 meses. En contraste, el codo presentó la menor prevalencia, con solo el 10% (n=1) de los encuestados que reportaron molestias, mientras que el 90% (n=9) indicó no haberlas presentado. Por su parte, las muñecas mostraron una prevalencia intermedia, con el 30% (n=3) de los trabajadores que reportaron síntomas y el 70% (n=7) que no los experimentaron.

Estos hallazgos evidencian que el cuello, el hombro y el dorso son las zonas con mayor afectación entre el personal del área de TMC, lo que sugiere una fuerte

asociación con las demandas ergonómicas repetitivas y posturas inadecuadas propias del proceso de reparación de cable electro sumergible.

Figura 6

Necesidad de cambiar de puesto de trabajo debido a molestias musculoesqueléticas reportada por el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A según la Pregunta 3 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético.

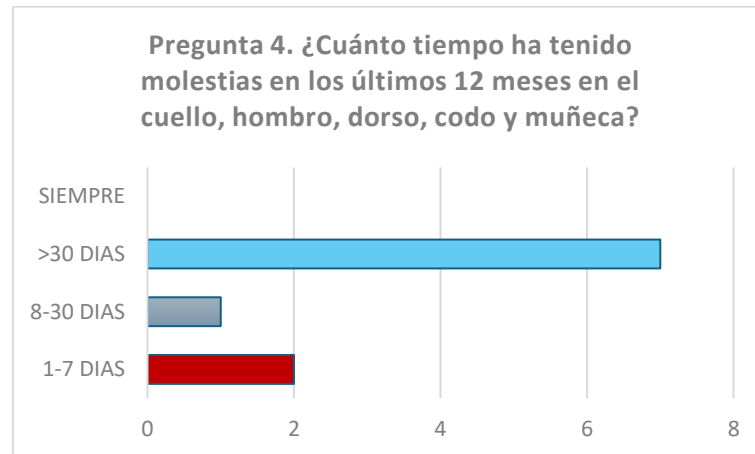


Nota: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Análisis: Estos resultados indican que el 100% de los trabajadores (n=10) respondió que no ha sentido la necesidad de cambiar de puesto de trabajo debido a las molestias musculoesqueléticas, mientras que el 0% indicó lo contrario. Estos resultados sugieren que, a pesar de la alta prevalencia de síntomas reportada previamente, las dolencias no han alcanzado un nivel de severidad que impulse a los trabajadores a solicitar un cambio de puesto.

Figura 7

Duración de las molestias musculoesqueléticas en cuello, hombro, dorso, codo y muñeca durante los últimos 12 meses reportadas por el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. según la Pregunta 4 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético.

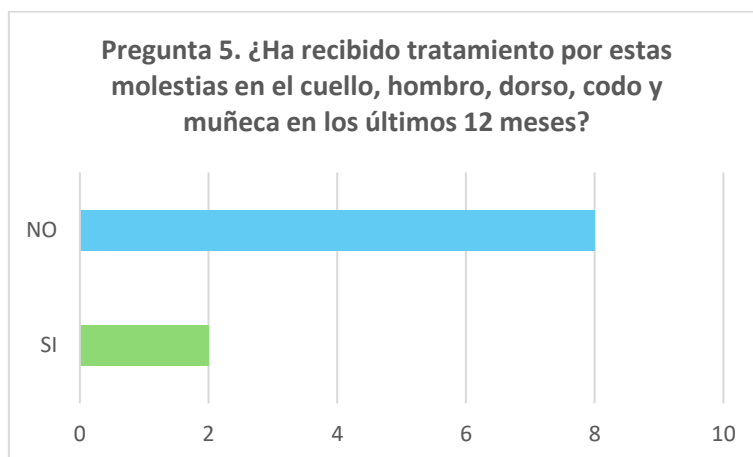


Nota: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Análisis: Según la Pregunta 4 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético, el 70% de los trabajadores (n=7) reportó molestias musculoesqueléticas por más de 30 días en los últimos 12 meses, el 20% (n=2) durante 1 a 7 días y el 10% (n=1) entre 8 y 30 días. La elevada proporción de síntomas de duración prolongada evidencia un riesgo significativo de cronificación en el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A.

Figura 8

Recepción de tratamiento médico por molestias musculoesqueléticas en cuello, hombro, dorso, codo y muñeca durante los últimos 12 meses, según la Pregunta 5 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético en el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A.



Nota: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A. (2025).

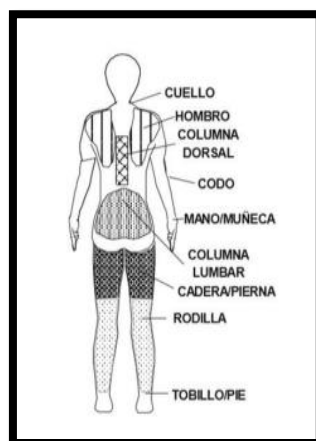
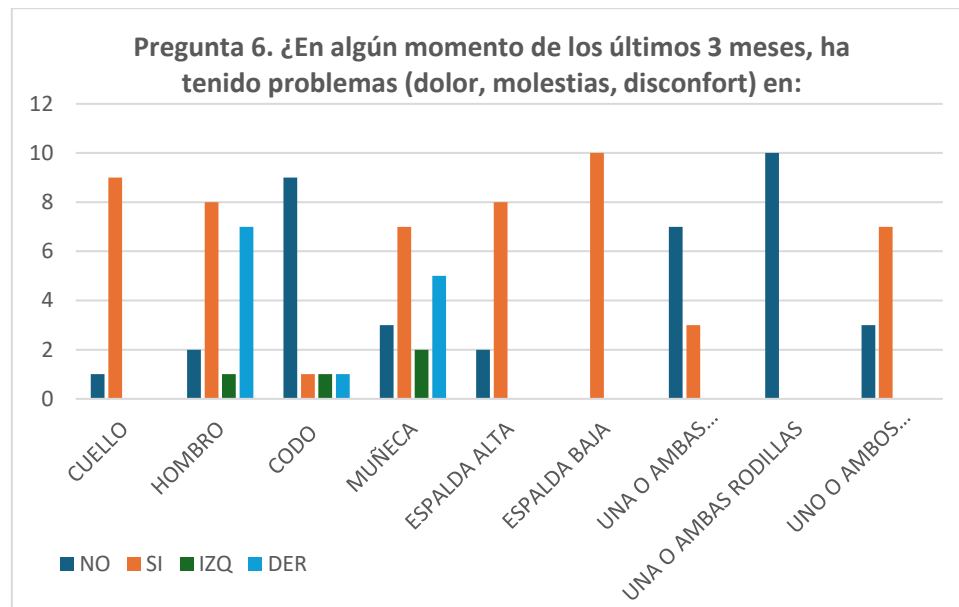
Análisis: Los resultados de la Pregunta 5 del Cuestionario Nórdico

Musculoesquelético indican que el 80% de los trabajadores encuestados ($n=8$) no ha recibido atención médica por las molestias musculoesqueléticas reportadas en los últimos 12 meses, mientras que solo el 20% ($n=2$) sí ha recibido tratamiento.

Este bajo porcentaje de trabajadores que busca o recibe atención médica sugiere una posible subnotificación o subatención de los síntomas, lo que podría estar relacionado con la normalización de las dolencias dentro del entorno laboral o con barreras para acceder a servicios de salud ocupacional. Estos hallazgos resaltan la importancia de fortalecer los programas de vigilancia epidemiológica y promoción de la salud en el área de TMC de Llori Llerena 4L S.A

Figura 9

Prevalencia y lateralidad de molestias musculoesqueléticas (dolor, molestia o discomfort) en diferentes regiones corporales durante los últimos 3 meses, según la Pregunta 6 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético en el personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A.



Nota: Fuente: Encuesta aplicada mediante el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético al personal del área de TMC de Llori Llerena 4L S.A (2025). NO = No ha tenido molestias; SI = Ha tenido molestias; IZQ = Lado izquierdo; DER = Lado derecho.

Análisis: Los resultados de la Pregunta 6 del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético muestran una elevada prevalencia de molestias

musculoesqueléticas en varias regiones corporales durante los últimos 3 meses. Las zonas más afectadas fueron la espalda baja (100%, n=10), seguida del cuello (90%, n=9), el hombro (80%, n=8) y la espalda alta (80%, n=8).

En cuanto a la lateralidad, en el hombro predominaron las molestias en el lado derecho (7 trabajadores) frente al izquierdo (1 trabajador). En las muñecas, aunque la prevalencia general fue del 30% (n=3), se reportaron síntomas principalmente en el lado derecho. La espalda baja se destacó como la región más afectada, con el 200% de los trabajadores reportando molestias. Por su parte, la cadera/pierna y los tobillos/pies presentaron una prevalencia del 30% y 70%, respectivamente.

Estos hallazgos indican que las regiones cervicales, escapular y lumbar son las más impactadas en el personal del área de TMC, lo que sugiere una fuerte asociación con las demandas posturales, los movimientos repetitivos y el manejo manual de cargas característicos del proceso de reparación de cable electro sumergible.

Ovako Working Analysis System (OWAS)

Evaluación OWAS

Para realizar el análisis bajo la metodología OWAS, debe cumplir la tarea ciertos parámetros como son:

- Identificar si la tarea es simple o multifase
- El periodo de observación será en un intervalo de (20 – 40 minutos)
- La frecuencia de muestreo será entre (30 o 60 segundos)
- Calcular frecuencia, porcentaje y riesgos.
- Dar análisis en base a la identificación del riesgo.

Se concluye que solo 3 tareas cumplen los requerimientos para ser analizados en base a una tarea multifase.

Tabla 5

Codificación de las posturas en la inspección mecánica de la coraza de cable.



POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	2	1	3	1	2131
2	1	1	2	1	1121
3	2	1	3	1	2131
4	1	1	2	1	1121
5	1	1	3	1	1131
6	2	2	2	1	2221
7	2	1	3	1	2131
8	1	1	2	1	1121
9	2	1	3	1	2131
10	1	1	2	1	1121
11	1	1	3	1	1131
12	2	2	2	1	2221
13	2	1	3	1	2131
14	1	1	2	1	1121
15	2	1	3	1	2131
16	1	1	2	1	1121
17	1	1	3	1	1131
18	2	2	2	1	2221
19	2	1	3	1	2131
20	1	1	2	1	1121
21	2	1	3	1	2131
22	1	1	2	1	1121
23	1	1	3	1	1131
24	2	2	2	1	2221
25	2	1	3	1	2131
26	1	1	2	1	1121
27	2	1	3	1	2131
28	1	1	2	1	1121

29	1	1	3	1	1131
30	2	2	2	1	2221
31	2	1	3	1	2131
32	1	1	2	1	1121
33	2	1	3	1	2131
34	1	1	2	1	1121
35	1	1	3	1	1131
36	2	2	2	1	2221
37	2	1	3	1	2131
38	1	1	2	1	1121
39	2	1	3	1	2131
40	1	1	2	1	1121
41	1	1	3	1	1131
42	2	2	2	1	2221
43	2	1	3	1	2131
44	1	1	2	1	1121
45	2	1	3	1	2131
46	1	1	2	1	1121
47	1	1	3	1	1131
48	2	2	2	1	2221
49	2	1	3	1	2131
50	2	1	3	1	2131

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONCOLIDADO
51	2	1	3	1	2131
52	1	1	2	1	1121
53	2	1	3	1	2131
54	1	1	2	1	1121
55	2	1	3	1	2131
56	1	1	2	1	1121
57	2	1	3	1	2131
58	1	1	2	1	1121
59	2	1	3	1	2131
60	1	1	2	1	1121
61	2	1	3	1	2131
62	1	1	2	1	1121
63	2	1	3	1	2131
64	2	1	3	1	2131
65	2	2	2	1	2221
66	2	1	3	1	2131
67	1	1	2	1	1121
68	2	1	2	1	2121
69	2	1	3	1	2131
70	1	1	2	1	1121
71	2	1	2	1	2121
72	2	1	3	1	2131

73	1	1	2	1	1121
74	2	1	2	1	2121
75	2	1	3	1	2131
76	1	1	2	1	1121
77	2	1	2	1	2121
78	2	1	3	1	2131
79	1	1	2	1	1121
80	2	1	2	1	2121
81	2	1	3	1	2131
82	1	1	2	1	1121
83	2	2	2	1	2221
84	2	1	3	1	2131
85	1	1	2	1	1121
86	2	1	3	1	2131
87	2	2	2	1	2221
88	2	1	3	1	2131
89	2	1	2	1	2121
90	2	1	3	1	2131
91	2	1	2	1	2121
92	2	1	3	1	2131
93	1	1	2	1	1121
94	1	1	3	1	1131
95	2	1	3	1	2131
96	1	1	2	1	1121
97	1	1	3	1	1131
98	2	2	2	1	2221
99	2	1	3	1	2131
100	2	2	2	1	2221

Nota: Esta tabla muestra el análisis postural realizado durante la inspección mecánica de la coraza del cable electro sumergible, con observaciones cada 30 segundos durante una duración total de la tarea de 50 minutos. Los datos fueron recolectados por el investigador en Llori Llerena 4L S.A. (2025).

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas **(Tabla 6)**, de las diferentes combinaciones de

posturas de trabajo (**Tabla 7**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 8**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 9**).

Tabla 6

Posturas adoptadas por espalda, brazos y pierna durante las actividades de reparación de cable electro sumergible.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	41	41%
	Espalda doblada	59	59%
BRAZOS	Ambos miembros superiores en posición descendente	87	87%
	Asimetría en miembros superiores: uno en descenso y otro en elevación	13	13%
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	51	51%
	Postura de pie con una pierna extendida y la contralateral flexionada	49	49%
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	100	100%

Nota: Frecuencia de posturas corporales adoptadas en las diferentes zonas del cuerpo durante las tareas de la línea de reparación de cable electro sumergible. El análisis se realizó mediante la observación sistemática por el investigador en las instalaciones de Llori Llerena 4L S.A. durante el año 2025.

Tabla 7

Análisis de combinaciones de posturas corporales y su nivel de riesgo ergonómico durante el proceso de reparación de cable electro sumergible

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2121	2	7	7%
2131	2	39	39%
1121	1	31	31%
1131	1	10	10%
2221	2	13	13%

Nota: Frecuencia y porcentaje de las combinaciones de posturas corporales según su código postural y categoría de riesgo ergonómico. Los datos fueron recolectados por el investigador mediante observación directa en Llori Llerena 4L S.A. durante el año 2025.

Tabla 8

Nivel de riesgo ergonómico por postura acumulada en espalda, brazos, piernas y carga durante el proceso de reparación de cable electro sumergible

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	41	41%	1
	Espalda doblada	59	59%	2
BRAZOS	Los dos brazos abajo	87	87%	1
	Un brazo abajo y el otro elevado	13	13%	1
PIERNAS	Posición erguida con ambas piernas en extensión completa	51	51%	1
	Postura erguida con una pierna extendida y la contralateral flexionada	49	49%	2
CARGA/ FUERZA	Menos de 10 kg	100	100%	1

Nota: Frecuencia, porcentaje y nivel de riesgo ergonómico asociado a las posturas adoptadas en cada zona corporal (espalda, brazos, piernas y carga). Los datos fueron recolectados por el investigador mediante observación directa en Llori Llerena 4L S.A durante el año 2025.

Tabla 9

Distribución de posturas observadas según categoría de riesgo ergonómico (método OWAS)

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	41	41%
2	59	59%
3	0	0
4	0	0

Nota: La tabla presenta la distribución de las 100 posturas observadas en la línea de reparación de cable electro sumergible de la empresa Llori Llerena 4L S.A., clasificadas según las cuatro categorías de riesgo del método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System). La codificación de colores sigue la convención estándar: verde (riesgo aceptable), amarillo (riesgo moderado que requiere intervención futura), naranja (riesgo alto) y rojo (riesgo muy alto que exige acción inmediata).

Análisis: En la tabla 6, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha y Espalda doblada su frecuencia es 41 y 59 consecutivamente, en los brazos tenemos que Los dos brazos abajo y Un brazo abajo y el otro elevado tienen una frecuencia de 87 y 13 consecutivamente, en las piernas tenemos posición erguida

con ambas piernas en extensión completa y en postura erguida con una pierna extendida y la contralateral flexionada la frecuencia es de 51 y 49 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 2121 (7), 2131 (39), 1121 (31), 1131 (10), 2221 (13) haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos seria la (Espalda doblada con una frecuencia de 59, ante una categoría de 2), de igual manera en las piernas (De pie con una pierna recta y la otra flexionada se tiene una frecuencia de 49, ante una categoría de 2). Ante un consolidado se tiene que existe un 41% en la categoría de riesgo 1 y 59% de categoría 2 siendo el efecto de la postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo- esquelético y se requiere aplicar acciones correctivas en un futuro cercano.

Tabla 10

Codificación de las posturas en la inspección de capilares y cable.



POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	2	1	3	1	2131
2	1	1	2	1	1121
3	2	1	2	1	2121
4	2	1	3	1	2131
5	1	1	2	1	1121
6	2	1	3	1	2131
7	2	1	2	1	2121
8	1	1	2	1	1121
9	2	1	2	1	2121
10	1	1	2	1	1121

11	1	1	2	1	1121
12	2	1	3	1	2131
13	1	1	2	1	1121
14	2	1	2	1	2121
15	2	1	3	1	2131
16	1	1	2	1	1121
17	2	1	3	1	2131
18	2	1	2	1	2121
19	1	1	2	1	1121
20	1	1	2	1	1121
21	2	1	3	1	2131
22	1	1	2	1	1121
23	2	1	2	1	2121
24	2	1	3	1	2131
25	1	1	2	1	1121
26	2	1	3	1	2131
27	2	1	2	1	2121
28	1	1	2	1	1121
29	2	1	3	1	2131
30	1	1	3	1	1131
31	1	1	3	1	1131
32	1	1	3	1	1131
33	2	1	3	1	2131
34	1	1	2	1	1121
35	2	1	2	1	2121
36	2	1	3	1	2131
37	1	1	2	1	1121
38	2	1	3	1	2131
39	2	1	2	1	2121
40	1	1	2	1	1121
41	2	1	3	1	2131
42	2	1	3	1	2131
43	1	1	2	1	1121
44	2	1	2	1	2121
45	2	1	3	1	2131
46	1	1	2	1	1121
47	2	1	3	1	2131
48	2	1	2	1	2121
49	1	1	2	1	1121
50	1	1	2	1	1121

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
51	2	1	2	1	2121
52	2	1	3	1	2131
53	1	1	2	1	1121
54	2	1	3	1	2131

55	2	1	2	1	2121
56	1	1	2	1	1121
57	2	1	2	1	2121
58	1	1	2	1	1121
59	1	1	2	1	1121
60	2	1	3	1	2131
61	1	1	2	1	1121
62	2	1	2	1	2121
63	2	1	3	1	2131
64	1	1	2	1	1121
65	1	1	2	1	1121
66	1	1	2	1	1121
67	2	1	2	1	2121
68	2	1	3	1	2131
69	1	1	2	1	1121
70	2	1	3	1	2131
71	2	1	2	1	2121
72	1	1	2	1	1121
73	2	1	2	1	2121
74	1	1	3	1	1131
75	1	1	3	1	1131
76	2	1	3	1	2131
77	1	1	2	1	1121
78	2	1	2	1	2121
79	2	1	3	1	2131
80	1	1	2	1	1121
81	2	1	3	1	2131
82	1	1	2	1	1121
83	2	1	2	1	2121
84	2	1	3	1	2131
85	1	1	2	1	1121
86	2	1	3	1	2131
87	2	1	2	1	2121
88	1	1	3	1	1131
89	2	1	2	1	2121
90	1	1	2	1	1121

Nota: Esta tabla nos muestra como en la inspección de capilares y cables, se realizan el análisis de la posición en una frecuencia de 30 segundos, durando la tarea 45 minutos.

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas (**Tabla 11**), de las diferentes combinaciones de

posturas de trabajo (**Tabla 12**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 13**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 14**).

Tabla 11

Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	40	44,44 %
	Espalda doblada	50	55,56 %
BRAZOS	Los dos brazos abajo	90	100 %
PIERNAS	Posición de pie con ambas piernas extendidas	56	62,22 %
	Posición de pie con una pierna extendida y otra en flexión	34	34 %
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	90	100 %

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia de las posturas en cada una de las zonas corporales.

Tabla 12

Distribución de combinaciones posturales según su nivel de riesgo

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2121	2	28	28%
2131	2	34	34%
1121	1	6	6%
1131	1	22	22%

Nota: La tabla presenta la distribución de frecuencias de las combinaciones de posturas, clasificadas mediante un sistema de codificación que integra la posición de la espalda, miembros superiores, miembros inferiores y la manipulación de carga. Asimismo, se evidencia la categorización del nivel de riesgo asociado a cada código postural, así como su representación porcentual dentro del total de observaciones analizadas.

Tabla 13

Distribución del nivel de riesgo por segmentos corporales según la postura adoptada

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	40	44,44 %	1
	Espalda doblada	50	55,56 %	2
BRAZOS	Los dos brazos abajo	90	100 %	1

PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	56	62,22 %	1
	Postura de pie con una pierna extendida y la contralateral flexionada	34	34 %	1
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	90	100 %	1

Nota: La tabla presenta la distribución de frecuencias de las posturas adoptadas por segmento corporal (espalda, miembros superiores, miembros inferiores y manipulación de carga), así como su correspondiente porcentaje y nivel de riesgo asociado. Los resultados permiten identificar la predominancia de determinadas posturas y su contribución relativa al riesgo a ergonómico en la actividad analizada.

Tabla 14

Distribución de posturas según categoría de riesgo ergonómico

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	28	31,11%
2	62	68,89%
3	0	0
4	0	0

Nota: La tabla presenta la distribución del número de posturas evaluadas en función de la categoría de riesgo asignada, junto con su representación porcentual. Los resultados evidencian la predominancia de las posturas clasificadas en niveles de riesgo específicos dentro del total de observaciones analizadas.

Análisis: En la tabla 11, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha y Espalda doblada su frecuencia es 40 y 50 consecutivamente, en los brazos tenemos que Los dos brazos abajo tiene una frecuencia de 90, en las piernas tenemos postura de pie con ambas piernas extendidas y postura de pie con una pierna extendida y la contralateral flexionada la frecuencia es de 56 y 34 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 2121 (28), 2131 (34), 1121 (6), 1131 (22) haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos sería la (Espalda doblada con una frecuencia de 50, ante una categoría de 2). Ante un consolidado se tiene que existe un 31,11% en la categoría de riesgo 1 y 68,89% de categoría 2 siendo el efecto de la postura con

posibilidad de causar daño al sistema musculo – esquelético y se requiere aplicar acciones correctivas en un futuro cercano.

Tabla 15

Codificación de las posturas en el retorno a la bobina y reparando.



POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	2	2	2	1	2221
2	1	2	3	1	1231
3	2	2	3	1	2231
4	2	1	4	1	2141
5	2	2	2	1	2221
6	1	2	3	1	1231
7	2	2	3	1	2231
8	2	1	4	1	2141
9	2	2	2	1	2221
10	1	2	3	1	1231
11	2	2	3	1	2231
12	2	1	4	1	2141
13	3	1	3	1	3131
14	2	1	3	1	2131
15	3	1	3	1	3131
16	1	1	2	1	1121
17	1	1	3	1	1131
18	2	1	4	1	2141
19	3	1	3	1	3131
20	2	1	3	1	2131
21	3	1	3	1	3131
22	1	1	2	1	1121
23	1	1	3	1	1131
24	2	1	4	1	2141
25	3	1	3	1	3131
26	2	1	3	1	2131
27	3	1	3	1	3131
28	1	1	2	1	1121
29	1	1	3	1	1131

30	2	1	4	1	2141
31	3	1	3	1	3131
32	2	1	3	1	2131
33	3	1	3	1	3131
34	1	1	2	1	1121
35	1	1	3	1	1131
36	3	2	3	1	3231
37	2	1	3	1	2131
38	3	1	3	1	3131
39	1	1	2	1	1121
40	1	1	3	1	1131
41	2	1	4	1	2141
42	3	1	3	1	3131
43	2	1	3	1	2131
44	3	1	3	1	3131
45	1	1	2	1	1121
46	1	1	3	1	1131
47	3	2	3	1	3231
48	2	1	3	1	2131
49	3	1	3	1	3131
50	1	1	2	1	1121
51	1	1	3	1	1131
52	2	1	4	1	2141
53	3	1	3	1	3131
54	2	1	3	1	2131
55	3	1	3	1	3131
56	1	1	2	1	1121
57	1	1	3	1	1131
58	3	2	3	1	3231
59	1	2	3	1	1231
60	1	2	3	1	1231

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
61	2	1	4	1	2141
62	3	1	3	1	3131
63	2	1	3	1	2131
64	3	1	3	1	3131
65	1	1	2	1	1121
66	1	1	3	1	1131
67	2	1	4	1	2141
68	3	1	3	1	3131
69	2	1	3	1	2131
70	3	1	3	1	3131
71	1	1	2	1	1121
72	1	1	3	1	1131
73	2	1	4	1	2141

74	3	1	3	1	3131
75	2	1	3	1	2131
76	3	1	3	1	3131
77	1	1	2	1	1121
78	1	1	3	1	1131
79	2	1	4	1	2141
80	3	1	3	1	3131
81	2	1	3	1	2131
82	3	1	3	1	3131
83	1	1	2	1	1121
84	1	1	3	1	1131
85	3	2	3	1	3231
86	3	2	2	1	3221
87	2	1	2	1	2121
88	3	1	2	1	3121
89	3	1	3	1	3131
90	2	1	3	1	2131
91	3	1	3	1	3131
92	1	1	2	1	1121
93	1	1	3	1	1131
94	3	2	3	1	3231
95	3	2	2	1	3221
96	2	1	2	1	2121
97	3	1	2	1	3121
98	1	1	3	1	1131
99	1	1	2	1	1121
100	3	1	2	1	3121
101	1	1	3	1	1131
102	1	2	3	1	1231
103	2	2	3	1	2231
104	2	1	4	1	2141
105	2	2	2	1	2221
106	1	2	3	1	1231
107	2	2	3	1	2231
108	2	1	4	1	2141
109	2	2	2	1	2221
110	1	2	3	1	1231
111	3	1	3	1	3131
112	1	1	2	1	1121
113	1	1	3	1	1131
114	3	2	3	1	3231
115	1	1	3	1	1131
116	1	1	2	1	1121
117	3	1	3	1	3131
118	2	1	3	1	2131
119	3	1	3	1	3131
120	1	1	2	1	1121

Nota: Esta tabla nos muestra como en el retorno a la bobina y reparando, se realizan el análisis de la posición en una frecuencia de 60 segundos, durando la tarea 120 minutos.

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas (**Tabla 16**), de las diferentes combinaciones de posturas de trabajo (**Tabla 17**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 18**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 19**).

Tabla 16

Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	42	35 %
	Espalda doblada	40	33,33 %
	Espalda con giro	38	31,67 %
BRAZOS	Los dos brazos abajo	94	78,33 %
	Un brazo abajo y el otro elevado	26	21,67 %
	De pie con las dos piernas rectas	29	24,17 %
PIERNAS	Postura de pie con una pierna extendida y la contralateral flexionada	77	64,17 %
	Postura bípeda o en cuclillas con ambas piernas flexionadas y el peso corporal repartido de manera simétrica	14	11,67 %
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	120	100 %

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia de las posturas en cada una de las zonas corporales.

Tabla 17

Distribución de combinaciones posturales según nivel de riesgo ergonómico

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
3121	1	3	2,5 %
2231	2	5	4,2 %
2221	2	5	4,2 %
2141	3	14	11,7 %
3131	1	27	22,5 %
3231	1	6	5,0 %
1231	1	8	6,7 %
2131	2	14	11,7 %
1121	1	17	14,2 %
1131	1	17	14,2 %

2121	2	2	1,7 %
3221	1	2	1,7 %

Nota: La tabla muestra la identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga) así como la frecuencia y porcentaje de las combinaciones posturales según su código ergonómico y nivel de riesgo asociado.

Tabla 18

Nivel de riesgo por postura acumulada

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	42	35 %	1
	Espalda doblada	40	33,33 %	1
	Espalda con giro	38	31,67 %	2
BRAZOS	Los dos brazos abajo	94	78,33 %	1
	Un brazo abajo y el otro elevado	26	21,67 %	1
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	29	24,17 %	1
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	77	64,17 %	2
	Posición de pie o en cuclillas con flexión de ambas piernas y equilibrio de carga entre ellas	14	11,67 %	1
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	120	100 %	1

Nota: La tabla presenta la frecuencia de las posturas por zona corporal, así como la categoría de riesgo ergonómico asociada a cada una de ellas.

Tabla 19

Frecuencia de posturas según categoría de riesgo

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	80	66,67 %
2	26	21,67 %
3	14	11,67 %
4	0	0

Nota: La tabla presenta la distribución de las posturas según su categoría de riesgo, indicando la frecuencia absoluta y el porcentaje correspondiente a cada nivel evaluado.

Análisis: En la tabla 16, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha, Espalda doblada y Espalda con giro su frecuencia es 42, 40 y 38 consecutivamente, en los brazos tenemos que Los dos brazos abajo y Un brazo abajo y otro elevado tienen una frecuencia de 94 y 26 consecutivamente, en las piernas tenemos Postura de pie con las dos piernas extendidas, Postura de pie con una pierna

extendida y la otra flexionada y Posición de pie o en cuclillas con flexión de ambas piernas y equilibrio de carga entre ellas la frecuencia es de 29, 77 y 14 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 3121 (3), 2231 (5), 2221 (5), 2141 (14), 3131 (27), 3231 (6), 1231 (8), 2131 (14), 1121 (17), 1131 (17), 2121 (2), 3221 (2) haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos seria la (Espalda con giro con una frecuencia de 38, ante una categoría de 2), y (Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada con una frecuencia de 77, ante una categoría de 2). Ante un consolidado se tiene que existe un 66,67% en la categoría de riesgo 1, 21,67% de categoría 2 y 11,67% de categoría 3, siendo el efecto de la postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo – esquelético y con posturas con efecto dañino sobre el sistema musculo – esquelético, se requiere aplicar acciones correctivas en un futuro cercano y se requiere acciones correctivas lo antes posible.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Evaluación RULA

El método RULA constituye una herramienta de evaluación ergonómica de los miembros superiores, Para su aplicación, es necesario que la tarea analizada cumpla con ciertos requisitos metodológicos, entre los que se incluyen:

- Definir si el análisis se realizará sobre el lado izquierdo o derecho del cuerpo.
- Registrar los ángulos articulares correspondientes requeridos para la evaluación.
- Asignar las puntuaciones a cada segmento corporal evaluado.

Tabla 20

Resumen del método RULA donde se presenta el análisis correspondiente al lado derecho del operador durante la ejecución de la tarea: montaje de bobina en el trípode.

RESUMEN DE DATOS



En la figura se muestra el **lado derecho** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo (1-6)	4
Puntuación del antebrazo (1-3)	2
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	3

Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas

Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	3

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN

Puntuación final RULA (1-7)	7
Nivel de Riesgo (1-4)	4
Actuación	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata

Nota: El análisis evidencia una puntuación final de 7, correspondiente a un nivel de riesgo 4 (alto), por lo que se recomienda la implementación inmediata de medidas correctivas. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena en el año 2025.

Tabla 21

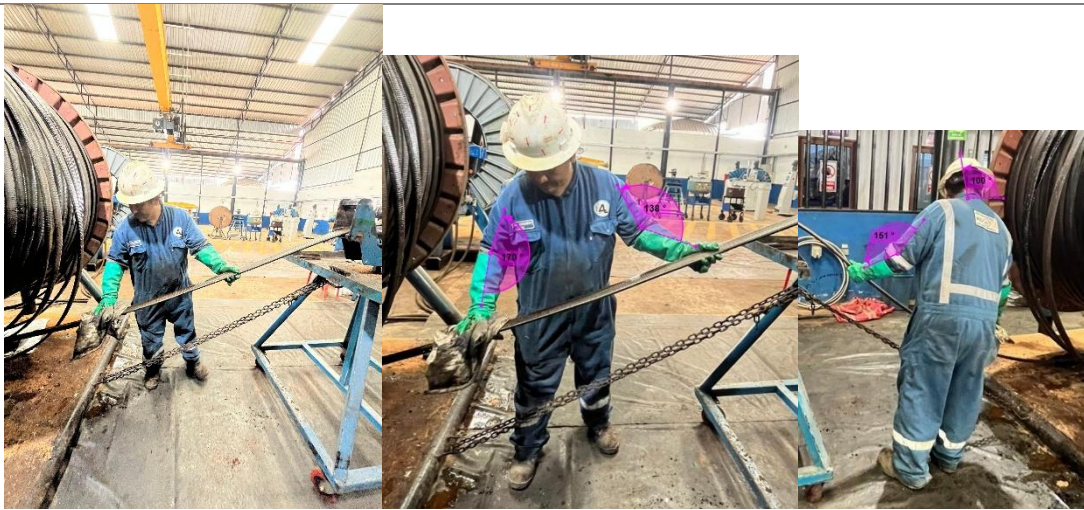
Resumen del método RULA aplicado a los parámetros eléctricos iniciales.

RESUMEN DE DATOS	
	
En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	3
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3
Puntuación de la muñeca (1-4)	2
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	1
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	3
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	1
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	6
Nivel de Riesgo (1-4)	3
Actuación	Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 6 y un nivel de riesgo de 3, Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Tabla 22

Resumen del método RULA, presentando el análisis correspondiente al lado izquierdo del operador durante la ejecución de la tarea.

RESUMEN DE DATOS	
	
En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	3
Puntuación del antebrazo (1-3)	2
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	4
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	1
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	4
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	1
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	7
Nivel de Riesgo (1-4)	4
Actuación	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata.

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis RULA aplicado a los parámetros eléctricos iniciales, evidenciando una puntuación final de 6 correspondiente a un nivel de riesgo 3, por lo que se recomienda realizar un análisis en profundidad y corregir la postura en el corto plazo. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Tabla 23

Resumen del método RULA aplicado a la inspección de capilares y cable, se presenta el análisis correspondiente al lado izquierdo del operador durante la ejecución de la tarea.

RESUMEN DE DATOS	
	
En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	3
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	3
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	

Puntuación final RULA (1-7)	5
Nivel de Riesgo (1-4)	3
Actuación	Es necesario realizar un estudio a profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis RULA aplicado a la inspección de capilares y cable, evidenciando una puntuación final de 5 correspondiente a un nivel de riesgo 3, por lo que se recomienda realizar un estudio en profundidad y efectuar correcciones posturales en el corto plazo. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A (2025)

Tabla 24

Evaluación del método RULA aplicado al retorno de cable a la bobina y reparación.

RESUMEN DE DATOS



En la figura se muestra el **lado izquierdo** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo (1-6)	5
Puntuación del antebrazo (1-3)	3
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	4
Puntuación de la muñeca (1-4)	2
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0

Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas

Puntuación del cuello (1-6)	4
-----------------------------	---

Puntuación del tronco (1-6)	5
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	7
Nivel de Riesgo (1-4)	4
Actuación	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis RULA aplicado al retorno de cable a la bobina y su reparación, evidenciando una puntuación final de 7 correspondiente a un nivel de riesgo 4, por lo que se requiere intervención y cambios inmediatos en la tarea evaluada. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A (2025).

Tabla 25

Evaluación del método RULA aplicado a los parámetros finales de la tarea.



En la figura se muestra el **lado izquierdo** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	4
Puntuación del antebrazo (1-3)	2
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0

Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	4
Puntuación del tronco (1-6)	3
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	7
Nivel de Riesgo (1-4)	4
Actuación	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis RULA aplicado a los parámetros finales de la tarea evaluada, evidenciando una puntuación final de 7 correspondiente a un nivel de riesgo 4, por lo que se requiere intervención inmediata en la actividad analizada. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Tabla 26

Evaluación del método RULA aplicado al desmontaje de la bobina

RESUMEN DE DATOS


En la figura se muestra el **lado derecho** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	4
Puntuación del antebrazo (1-3)	2
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3

Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	3
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	3
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	7
Nivel de Riesgo (1-4)	4
Actuación	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.

Nota: La tabla presenta los resultados del análisis RULA aplicado al desmontaje de la bobina, evidenciado una puntuación final de 7 correspondiente a un nivel de riesgo 4, por lo que se requiere intervención inmediata en la actividad evaluada. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025).

Procedimiento de aplicación de método Check list OCRA

Se entiende por movimientos repetitivos aquellos gestos o acciones que se ejecutan de forma reiterada dentro de una actividad laboral, generalmente en ciclos cortos, e implican la activación continua de grupos musculares, estructuras óseas, articulaciones, tendones, ligamentos y nervios, principalmente en las extremidades superiores. El método Check List OCRA constituye una herramienta destinada a la evaluación del riesgo asociado a este tipo de tareas repetitivas.

Este método estima el nivel de riesgo en función de la probabilidad de desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en un periodo determinado, enfocándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores. A partir de la puntuación de cada uno de los factores evaluados, se obtiene el índice Check List OCRA (ICKL), un valor numérico que permite

clasificar el riesgo en categorías como: óptimo, aceptable, muy ligero o incierto, inaceptable leve, inaceptable medio e inaceptable alto.

En función de esta clasificación, se establecen medidas preventivas y correctivas, tales como la implementación de mejoras en el puesto de trabajo, la necesidad de vigilancia médica o la capacitación específica de los trabajadores para el desempeño de la tarea.

Figura 10

Movimientos repetitivos en el empalme.



Nota. Movimientos repetitivos al realizar el empalme de cable de potencia.

Tabla 27

Evaluación del método Check List OCRA aplicado al proceso de retorno y reparación de cable electro sumergible (empalme)

CHECK LIST OCRA – REPARACION DE CABLE (EMPALME)		
Superintendencia:	Franklin Quezada	
Evaluador:	Luis Gallegos	
Fecha:	20 de agosto de 2025	
Proceso:	Empalme de cable – cable	
Código	Descripción del peligro	Factor de Riesgo

501	Movimientos Repetitivos	Exposición a movimientos repetitivos, realizar varios movimientos por minuto.
-----	-------------------------	---

Información del puesto / tarea que se va evaluar

Duración de la jornada de trabajo	480 min	Puesto evaluado	1
Tiempo que ocupa el puesto de trabajo	480 min	% de la jornada en el puesto de trabajo	100%

Información del puesto / tarea que se va evaluar

Tiempo de pausas oficiales:	120 min	Tiempo en tareas no repetitivas:	60 min
Tiempo de almuerzo:	60 min	N.º de acciones técnicas por ciclo:	7
Tiempo de ciclo del trabajo:	180 min	Tiempo de pausas no oficiales:	60 min
Número de ciclos de trabajo que realiza el trabajador			24 ciclos

Cálculo del Tiempo Neto de trabajo Repetitivo (TNTR)

$$TNTR = DT - (TNR + P + A)$$

DT: Tiempo en minutos que el operario ocupa su puesto de trabajo.	480
TNR: Tiempo de trabajo No Repetitivo.	60
P: Tiempo en minutos de la duración de las pausas que realiza el operario.	120
A: Duración de descanso para el almuerzo en minutos	60

$$TNTR = 240 \text{ min}$$

Cálculo del Tiempo Neto del Ciclo (TNC)

$$TNC = 60 * TNTR / NC$$

TNC: viene expresado en segundos	60
TNTR: Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo	240
NC: Numero de ciclos de trabajo que realiza el trabajador	24

$$TNC = 600$$

Factor de Recuperación (FR)

Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas

3

Factor de Frecuencia (FF)

Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.

6

Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación). ATE	2,5
--	-----

$FF = \text{Max (ATD; ATE)} \Rightarrow \text{Max (6 ; 2,5)} =$	6
---	---

Factor de Fuerza (FFz)

Fuerza moderada, 50% del tiempo	4
---------------------------------	---

Factor de Postura y Movimientos (FP)

$FP = \text{MAX (PHo ; PCo ; PMu ; PMa)} + \text{Pes}$

Pho: Puntuación y movimiento del hombro	1
PCo : Puntuación y movimiento del codo	2
PMu : Puntuación de la muñeca	8
Pma: Puntuación de la mano	8
Pes: Puntuación de movimientos estereotipados	3

$FP = \text{MAX (PHo ; PCo ; PMu ; PMa)} + \text{Pes} \Rightarrow$ $\text{Max (1 ; 2; 8; 8) + 3 =}$	11
---	----

Factor de Riesgos Adicionales (FC)

$FC = Ffm + Fso$

Ffm: Factor físico-mecánico	0
Fso: Puntuación de factores socio-organizativos	0
$FC =$	0

Multiplicador de Duración (MD)

(181-240) min	0,75
---------------	------

ÍNDICE Check List OCRA (ICKL)

$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD$

FR: Factor de Recuperación	3
FF: Factor de Frecuencia	6
FFz: Factor de Fuerza	4
FP: Factor de Postura y Movimiento	11
FC: Factor de Riesgos Adicionales	0
MD: Multiplicador de Duración	0,75

$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD$ $ICKL = (3+6+4+11+0) * 0,75 =$	18
---	----

Resultados y Análisis

Como resultado obtenemos que el Índice Check List OCRA es igual a 18, el mismo que indica que el nivel de **riesgo es inaceptable medio**, la acción recomendada es **mejorar el puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento**. Al realizar las respectivas mejoras en el puesto de trabajo puede llegar a un equivalente de entre 4,6 - 9.

Nota. La tabla presenta el análisis del método Check List OCRA aplicado al proceso de retorno y reparación de cable electro sumergible (empalme), considerando los factores de riesgo asociados a movimientos repetitivos, frecuencia, fuerza, postura y tiempo de exposición. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025)

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Tabla de resumen de los métodos aplicados.

Riesgos Ergonómicos – Resultados de Evaluación mediante el método OWAS

El personal de la línea de reparación de cable electro sumergible se encuentra expuesto a factores de riesgo frecuentemente asociados con la aparición de trastornos musculoesqueléticos, principalmente debido a la elevada carga postural. Durante la ejecución de las tareas, los trabajadores adoptan posturas inadecuadas de forma continua o repetitiva, lo que puede generar fatiga muscular y, a largo plazo, derivar en afectaciones a la salud.

En la evaluación realizada mediante el método OWAS se identificaron los puestos con mayor incidencia de posturas inadecuadas. En la tabla 28 se presenta un resumen de los puestos evaluados, mientras que el análisis detallado se encuentra desarrollado en el Anexo C.

Tabla 28*Resultados de la evaluación del método OWAS en los puestos de trabajo analizados*

ítem	Puesto de trabajo	Categoría de riesgo	Frecuencia	Efecto de postura	Acción requerida
3	Inspección mecánica de la coraza de cable.	2	2121 2131 2221	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
4	Inspección de capilares y cable.	2	2121 2131	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
5	Retorno de cable a la bobina y reparando.	3	2141	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.

Nota. La tabla presenta los resultados de la aplicación del método OWAS en los distintos puestos de trabajo evaluados, identificando la categoría de riesgo, la frecuencia de posturas adoptadas, el efecto sobre el sistema musculoesquelético y las acciones correctivas recomendadas. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025)

Interpretación: Debido a que las actividades son de pocos segundos los trabajadores se encuentran expuestos a posturas inadecuadas continuamente, en los puestos de trabajo analizados tienen como puntuación en la categoría de riesgos de 2 (Inspección mecánica de la coraza de cable, Inspección de capilares y cable), teniendo un efecto de la postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético y se requiere acciones correctivas en un futuro cercano, y de categoría de riesgo 3 en (Retorno de cable a la bobina y reparando.) asumiendo una postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético y requieren acciones correctivas lo antes posible.

Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación mediante el método RULA

El personal de la línea de reparación de cable electro sumergible se encuentra expuesto a factores de riesgo asociados principalmente al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos, derivados de la elevada carga postural. Durante la ejecución de sus actividades, los trabajadores adoptan posturas inadecuadas de manera continua o repetitiva, lo que puede ocasionar fatiga muscular y, en el largo plazo, generar afectaciones en la salud ocupacional.

En la evaluación realizada mediante el método RULA se analizaron los puestos con mayor prevalencia de posturas inadecuadas. En la Tabla 29 se presenta un resumen de los puestos evaluados, mientras que el análisis detallado se encuentra en el Anexo C.

Tabla 29

Resultados de la evaluación del método RULA en los puestos de trabajo analizados

ítem	Puesto de trabajo	Puntuación Final RULA	Nivel de riesgo	Estimación del Riesgo	Medidas Correctivas
1	Montaje de bobina en el trípode.	7	4	Intolerable	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata.
2	Parámetros eléctricos iniciales.	6	3	Importante	Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.
3	Inspección mecánica de la coraza de cable.	7	4	Intolerable	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata.
4	Inspección de capilares y cable.	5	3	Importante	Es necesario realizar un estudio a profundidad y corregir la postura lo antes posible.
5	Retorno de cable a la bobina y reparando.	7	4	Intolerable	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.
6	Parámetros finales.	7	4	Intolerable	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.
7	Desmontaje de la bobina.	7	4	Intolerable	Se requiere análisis y cambio de manera inmediata.

Nota. La tabla presenta los resultados de la aplicación del método RULA en los diferentes puestos de trabajo evaluados, detallando la puntuación final obtenida, el nivel de riesgo, la

estimación del riesgo y las medidas correctivas recomendadas. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A (2025).

Interpretación: Debido a que las actividades son de pocos segundos los trabajadores se encuentran expuestos a posturas inadecuadas continuamente, en los puestos de trabajo analizados tienen como puntuación final RULA de 7 en las actividades (Montaje de bobina en el trípode, Inspección mecánica de la coraza de cable, Retorno de cable a la bobina y reparando, Parámetros finales, Desmontaje de la bobina.) y su exposición a nivel de riesgo de 4, su puntuación final RULA de 5 o 6 en (Parámetros eléctricos iniciales, Inspección de capilares y cable.) y su exposición a un nivel de riesgo 3.

Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación mediante el método Check List Ocra

En la línea de reparación de cable electro sumergible, los movimientos repetitivos se caracterizan por la ejecución de ciclos de trabajo cortos y repetidos, que implican la activación frecuente de grupos musculares, estructuras óseas, articulaciones, tendones, ligamentos y nervios, ya sea de una o varias regiones corporales. De acuerdo con la norma UNE-EN 1005-5, una tarea se considera repetitiva cuando se desarrolla bajo ciclos de trabajo reiterativos.

El método Check List OCRA constituye una herramienta para la valoración del riesgo asociado a este tipo de actividades, estimando el nivel de exposición en función de la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos en un periodo determinado, con énfasis en la evaluación del riesgo en los miembros superiores.

En la Tabla 30 se presenta los resultados obtenidos mediante la aplicación del método Check List OCRA en los puestos de trabajo analizados.

Tabla 30

Resultados de la evaluación del método Check List Ocra en los puestos de trabajo analizados

ítem	Puesto de trabajo	Índice Check List Ocra	Estimación del Riesgo	Medidas Correctivas
1	Retorno de cable a la bobina y reparando. (EMPALME)	18	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento.

Nota. La tabla presenta los resultados de la aplicación del método Check List OCRA, detallando el índice obtenido, la estimación del riesgo y las medidas correctivas recomendadas para el puesto evaluado. La información fue obtenida por el investigador en la empresa Llori Llerena 4L S.A (2025).

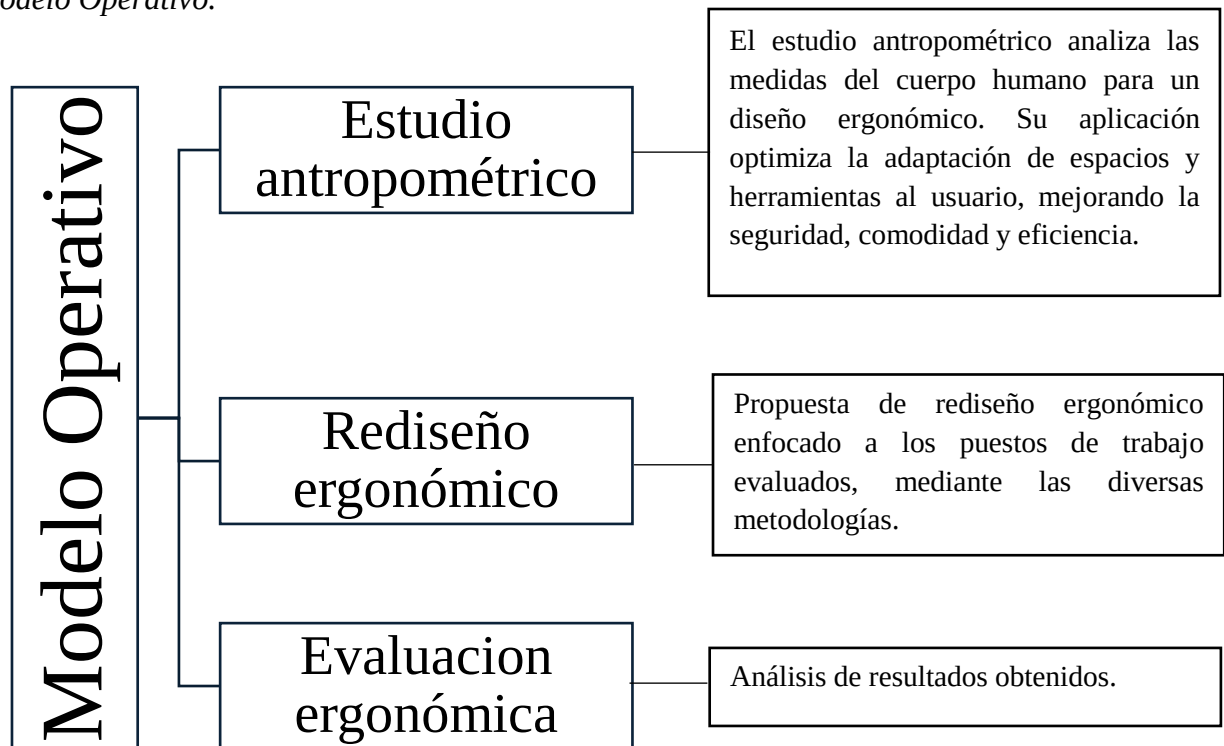
Interpretación: Al aplicar el método Check List Ocra se evidenció como la incidencia de los movimientos repetitivos causan afectaciones en los trabajadores, debido a que las actividades en el puesto de trabajo es de colocar cintas, los movimientos son uno después del otro, como resultados se tiene una estimación de riesgo inaceptable medio el cual sería en el retorno de cable a la bobina y reparando en la realización de EMPALME debido a que son 24 ciclos, al colocar la cinta secuencialmente en el empalme de cables electro sumergibles en la empresa Llori Llerena 4L.

Modelo operativo

En la siguiente figura se presenta los componentes fundamentales que integran el modelo operativo. Mediante esta estructura se rigen y guían las operaciones del sistema en cuestión.

Figura 11

Modelo Operativo.



Nota: Esta figura muestra el modelo operativo.

Desarrollo del modelo operativo

Estudio antropométrico. - La antropometría es la disciplina encargada del análisis de las dimensiones y proporciones del cuerpo humano, constituyendo un componente fundamental en los procesos de diseño. La aplicación de sus principios permite desarrollar espacios de trabajo, herramientas y productos adaptados ergonómicamente a las características físicas de los usuarios, contribuyendo a la conformación de entornos más eficientes, seguros y confortables, y optimizando la interacción entre el ser humano y su entorno en diversos contextos.

Rediseño ergonómico. - Un proceso de mejora de las condiciones del entorno laboral resulta fundamental para asegurar la seguridad, comodidad y eficiencia de los trabajadores. Su propósito principal consiste en realizar un ajuste económico de los equipos, mecanismos y dimensiones de las herramientas en relación con el puesto de trabajo, considerando no únicamente aspectos físicos como la altura de la silla, sino también la adopción de posturas adecuadas y la prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Este enfoque permite optimizar la interacción entre el trabajador, el espacio y las herramientas, contribuyendo de manera significativa al bienestar ocupacional y al incremento de la productividad del sistema de trabajo.

Evaluación ergonómica. - Una vez completada la evaluación ergonómica inicial, es fundamental realizar una evaluación comparativa antes y después de implementar las mejoras propuestas en el proyecto. Este análisis metodológico es clave para identificar y comprender las diferencias y mejoras tangibles que genera la intervención.

Al comparar los datos recopilados antes del proyecto con los resultados posteriores a su implementación, podemos determinar con precisión el grado de efectividad y eficacia de las acciones tomadas. Además, este proceso nos permite identificar áreas de oportunidad valiosas para futuras intervenciones o ajustes, asegurando una mejora continua en el entorno laboral.

Capítulo III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La propuesta final de este estudio consiste en el rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo de la línea de reparación de cable electro sumergible en Llori Llerena 4L S.A. Dicho rediseño se basa en los hallazgos derivados de las evaluaciones ergonómicas efectuadas con las metodologías OWAS, RULA y Check List OCRA, así como en los resultados del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético aplicado a trabajadores del área de TMC.

Los análisis realizados revelaron que las posturas frecuentes adoptadas por los operarios generan una carga biomecánica elevada, afectando negativamente su salud musculoesquelética. Como respuesta a estos hallazgos, se propone el rediseño de las estaciones de trabajo, con el propósito de optimizar las condiciones ergonómicas, disminuir el riesgo de lesiones y fomentar un entorno laboral más saludable y sostenible.

Propuesta y rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo de la línea de reparación de cable electro sumergible en Llori Llerena 4L S.A.

- 1. Objetivo general**
- 2. Objetivos específicos**
- 3. Alcance**
- 4. Justificación**
- 5. Marco legal**
- 6. Socialización de la propuesta y rediseño ergonómico**
- 7. Estudio antropométrico**
- 8. Estaturas promedio para el rediseño**
- 9. Bocetos de diseño del trípode de puntas, mesa de HIPOT y MEGER, mesa de empalmes.**

1. Objetivo general

Implementar un rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo en la línea de reparación de cable electro sumergible de Llori Llerena 4L S.A., con el fin de mejorar las condiciones ergonómicas laborales, reducir la carga biomecánica y prevenir trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en los trabajadores del área de TMC.

2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento antropométrico para determinar las variables dimensionales que guiarán el diseño y la configuración de la estación de trabajo que promueva la salud postural y la eficiencia operativa.
- Capacitar a los técnicos sobre posturas correctas en el lugar de trabajo y prevenir afectaciones músculo – esqueléticas.

3. Alcance

El alcance del presente proyecto comprende el análisis de las condiciones ergonómicas actuales en las estaciones de trabajo de los técnicos de Llori Llerena 4L S.A., la identificación de los principales riesgos ergonómicos mediante metodologías estandarizadas, y la propuesta de un rediseño ergonómico de las estaciones que incluya planos técnicos, ajustes antropométricos y recomendaciones para la redistribución del espacio de trabajo.

4. Justificación

Las estaciones de trabajo actuales de Llori Llerena 4L S.A. no incorporan principios ergonómicos, lo que provoca posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas. Según los resultados del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético, el 90% de los trabajadores presentó molestias en el cuello y hombros, mientras que el 100% reportó síntomas en la espalda baja. Esta elevada prevalencia de trastornos musculoesqueléticos subraya la necesidad imperiosa de implementar un rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo para optimizar las condiciones laborales y mitigar daños a la salud de los trabajadores.

Las condiciones ergonómicas deficientes generan fatiga, errores y ausentismo (hasta un 30% de reducción estimada con las mejoras). El rediseño de las estaciones optimizará la ejecución de tareas, reducirá los tiempos de ciclo (de 90 a 60 minutos por bobina) y aumentará la eficiencia productiva en un 33%.

El rediseño promueve el orden, la limpieza y la claridad en las instrucciones operativas, creando un lugar de trabajo más seguro y cómodo. Esto también mejora la reputación de la empresa como empleador responsable. El estudio proporciona un modelo replicable para el diseño ergonómico de estaciones de trabajo en la industria petrolera, beneficiando futuras investigaciones y prácticas industriales. beneficios directos para los 10 trabajadores mediante la reducción de la tensión física y la mejora del bienestar; beneficios indirectos para la empresa a través del aumento de la productividad y la reducción de costos por salud ocupacional.

El uso de datos antropométricos, herramientas de evaluación de riesgos y software CAD asegura un enfoque viable y científicamente fundamentado, adaptado a las necesidades específicas de los trabajadores y la empresa.

5. Marco Legal

Regulaciones Ecuatorianas:

El código del Ecuador obliga a los empleadores a asegurar condiciones de trabajo seguras, incluyendo consideraciones ergonómicas orientadas a la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales (Código del Trabajo, 2005).

El Decreto Ejecutivo 255, Reglamento de seguridad y salud en el trabajo, obliga a las empresas a implementar evaluaciones e intervenciones ergonómicas con el fin de prevenir y reducir los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo TME (Decreto Ejecutivo 255, 2019).

Estándares Internacionales:

La normativa ISO 7250 establece las mediciones básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico y recomienda utilizar los percentiles 5º-95º de la población para el diseño de estaciones de trabajo, asegurando que estas se adapten a las características antropométricas de la fuerza laboral (ISO 7250-1, 2017).

UNE-EN 1005-5 (Seguridad de Maquinaria – Rendimiento Físico Humano): Se aplicó en el Check List OCRA para evaluar riesgos de movimientos repetitivos de alta frecuencia, garantizando el cumplimiento de estándares ergonómicos internacionales en el rediseño de las estaciones de trabajo

Según las políticas de la Empresa Llori Llerena 4L S.A. (2025) y su compromiso con los estándares de seguridad, salud y medio ambiente, según lo descrito en el Capítulo II, respalda el proyecto al alinearse con el objetivo de proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables. Esto incluye el cumplimiento de leyes nacionales para la confiabilidad de los equipos.

6. Socialización de la propuesta y rediseño ergonómica.

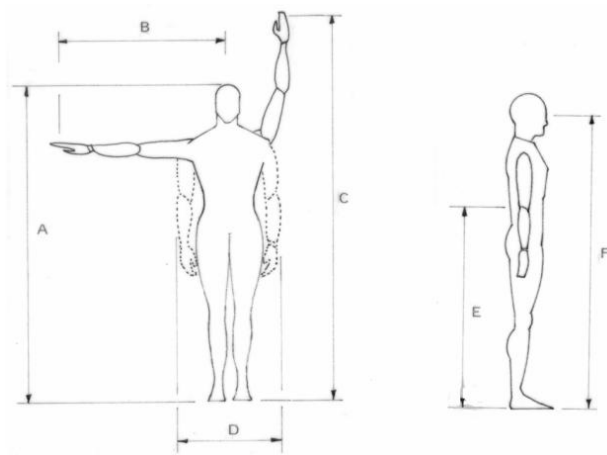
La socialización de la propuesta se efectuó en una reunión el 11 de julio en el auditorio de la empresa Llori Llerena 4L S.A, ubicada en el Km 1 vía Lago Agrio, Sector Terranova, Puerto Francisco de Orellana (El Coca), en donde se involucró a todos los trabajadores de la línea de reparación de cable electro sumergible, que con su experiencia tienen las ideas más claras de como deberían ser las estaciones de trabajo.

7. Estudio antropométrico

Se efectuaron mediciones antropométricas a una muestra de 10 trabajadores de la línea de reparación de cable electro sumergible, compuesta por 3 mujeres y 7 hombres. Para asegurar la precisión de los datos, se utilizó un flexómetro, siguiendo la normativa NTE INEN 1646, que considera 18 dimensiones corporales diferentes.

Figura 12

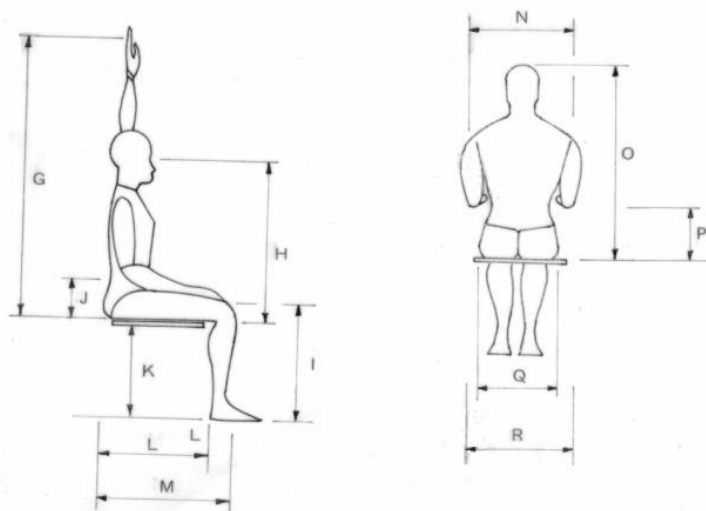
Medidas antropométricas básicas de pie.



Nota: Esta figura muestra cómo se tomarán las medidas antropométricas en las personas paradas.

Figura 13

Medidas antropométricas básicas sentado.



Nota: Esta figura muestra cómo se tomarán las medidas antropométricas en las personas sentadas.

A continuación, se expresa la nomenclatura con la que se identifica cada zona del cuerpo:

A	Estatura
B	Alcance lateral del brazo
C	Alcance vertical de asimiento
D	Anchura máxima del cuerpo
E	Altura del codo
F	Altura de ojos
G	Altura vertical posición sedante
H	Altura de ojos en posición sedante
I	Altura de rodillas
J	Altura de muslo
K	Altura poplítea
L	Distancia nalga – poplíteo
M	Distancia nalga – rodilla
N	Anchura de hombros
O	Altura en posición sedente erguida
P	Altura de codo en reposo
Q	Anchura de caderas
R	Anchura de codos

Las medidas antropométricas permiten establecer dimensiones basadas en percentiles específicos. Con este propósito, se llevó a cabo la medición de las áreas laborales, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 31

Mediciones antropométricas de los trabajadores de la línea de reparación de cable electro sumergible de Llori Llerena 4L S.A.

Ítem	Características antropométricas	Jefa	Super	Tec	Asis	Asis	Asis	Tec	Asis	Asis	Asis
				1	1	2	3	2	1	2	3
A	Estatura	163	157	183	164	159	159	160	169	173	181
B	Alcance lateral del brazo	82	79	101	82	91	91	80	86	89	100
C	Alcance vertical de asimiento	260	190	282	258	192	195	252	258	261	281
D	Anchura máxima del cuerpo	45	36	61	44	38	38	43	49	52	60
E	Altura del codo	117	100	138	118	104	104	115	121	124	137
F	Altura de ojos	155	145	177	155	148	148	152	158	161	176
G	Altura vertical posición sedante	125	117	143	126	118	120	122	128	131	142
H	Altura de ojos en posición sedante	79	74	98	79	76	78	78	84	87	97
I	Altura de rodillas	53	49	71	54	51	54	51	57	60	70
J	Altura de muslo	19	18	23	22	22	23	18	24	27	22
K	Altura poplítea	49	43	45	50	45	48	48	54	57	44
L	Distancia nalga – poplíteo	53	40	38	54	42	43	50	56	59	37
M	Distancia nalga – rodilla	59	46	67	58	48	49	54	60	63	66
N	Anchura de hombros	45	35	57	47	39	40	43	49	52	56
O	Altura en posición sedente erguida	81	77	94	82	78	79	79	85	88	93
P	Altura de codo en reposo	21	22	39	21	24	25	21	27	30	38
Q	Anchura de caderas	43	38	59	43	39	40	42	48	51	58
R	Anchura de codos	45	34	61	45	36	38	43	49	52	60

Nota: Las medidas nos dan una sumatoria para el diseño contando que la mesa de altura para el cable será de 95cm, dándonos una altura ergonómica para todos los técnicos y asistentes de la línea de reparación de cable electro sumergible.

8. Estaturas promedio para el rediseño

En el diseño antropométrico resulta fundamental considerar la estatura promedio de 166,8 cm, y la altura de los codos de 117,8 cm; ya que esta medida sirve como referencia para realizar los ajustes correspondientes en las estaciones de trabajo acordes con dicha altura.

9. Bocetos de diseño del trípode de puntas, mesa de HIPOT y MEGER, mesa de empalmes.

Figura 14

Diseño de estaciones de trabajo

Ítem	Mesa	Especificación	Detalle
		Alto:	95cm
		Ancho:	60cm
		Largo:	90 cm
		Peso:	70 lb
		Color:	Azul, negro
		Materiales:	Acero inoxidable
			Caucho
			Hierro
		Descripción:	Mesa de realizar las puntas en la cual se tiene una bandeja para facilitar el drenado del químico que tienen los capilares.
		Fuente:	El autor.

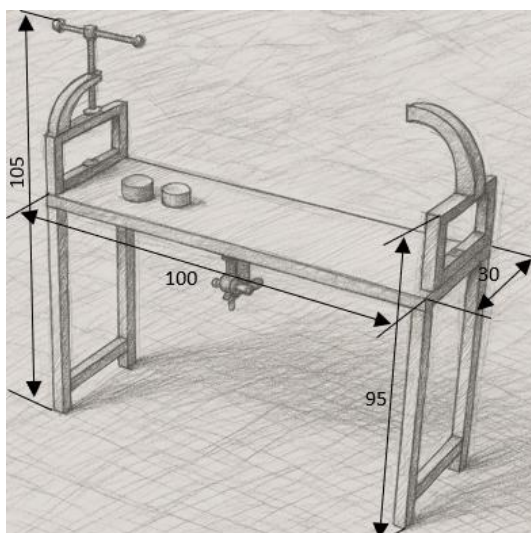
Nota: Esta figura nos muestra datos técnicos del diseño.

Figura 15

Boceto mesa para empalme.

Ítem	Mesa	Especificación	Detalle
------	------	----------------	---------

1



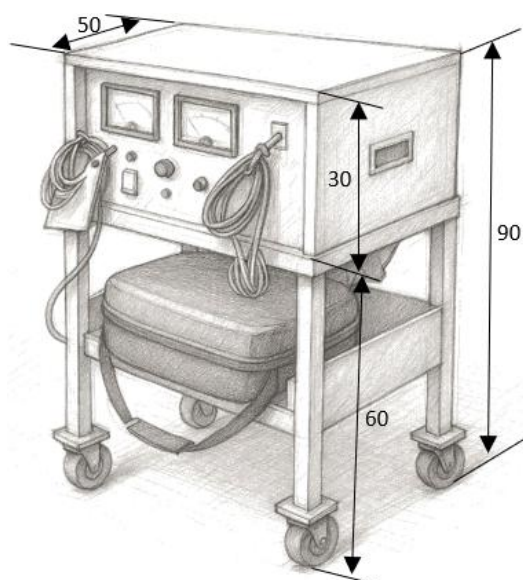
Alto:	105cm
Ancho:	30cm
Largo:	100cm
Peso:	40 lb
Color:	Plateado
Materiales:	Acero inoxidable
Descripción:	Mesa de realizar los empalmes de acuerdo con las especificaciones antropométricas de los operarios y en nuevo procedimiento de empalmes.
Fuente:	El autor.

Nota: Esta figura nos muestra datos técnicos del diseño.

Figura 16

Diseño de mesa de hipot y meger

1



Alto:	90cm
Ancho:	50cm
Largo:	70cm
Peso:	90 lb
Color:	Negro, rojo, verde, azul y celeste
Materiales:	Acero inoxidable Caucho
Descripción:	Mesa de realizar las tomas de medidas eléctricas con la función de colocar el megger arriba para abrir su estuche y tomar las medidas de aislamiento, y guardar mientras se toma las medidas de hi-pot.
Fuente:	El autor.

Nota: Esta figura nos muestra datos técnicos del diseño.

Pausas activas para la elaboración del empalme

Al elaborar el empalme los técnicos se encuentran invadidos por los movimientos repetitivos y las posturas forzadas e inadecuadas que el proceso les obliga a efectuar, también al tener un diseño que carece de ergonomía los puestos de trabajo no facilitaban la disminución de dichos trastornos musculoesqueléticos de los técnicos. Es así que se tomó como medidas preventivas ante su proceso de 2 horas en el cual realizan el empalme unas pausas activas de 10 min y paradas para hidratación. A continuación, se deja un instructivo con las pausas activas. Y también se planteó el uso de una alfombra al estar situado en la elaboración del empalme.

Instructivo de las pausas activas

Desde 1950, se reconoce al ámbito laboral como uno de los espacios más adecuados para la promoción de la salud. Este hecho fue ratificado en 1995 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Desde entonces, se han desarrollado numerosas vías para acoger actividades físicas en el seno de la empresa. Una de ellas, con mayor reconocimiento actualmente, son el desarrollo de pausas activas. (World Health Organization & International Labour Organization, 1995).

Las pausas activas pueden aumentar un 25% del rendimiento en el trabajo y disminuir más de un 35% al 40% las bajas laborales.

INSTRUCTIVO DE PAUSAS ACTIVAS			
Organización: Elaborado por: Aprobado por:		4L S.A. Luis Gallegos Franklin Quezada	
Ítem	Pausa activa	Descripción	Técnico
1		Con la mano izquierda sobre la cabeza dar una ligera inclinación, 10 segundos de cada lado.	

2



Con las 2 manos sobre la cabeza inclinar hacia adelante, 20 segundos.



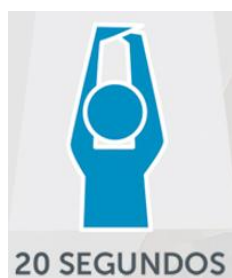
3



Con las manos sobre la cabeza inclinar el tronco a cada lado por 10 segundos.



4



Estirarse por 20 segundos.



5



De espaldas, empujar el codo para atrás del cuerpo por 15 segundos de cada lado.



6



Estirar los brazos para atrás 2 veces por 5 segundos.



7



De frente empujar el codo con la mano opuesta por 15 segundos de cada lado.



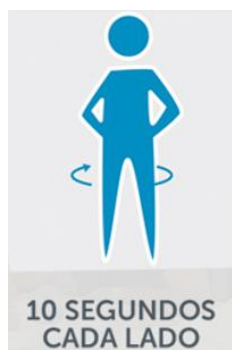
8



Empujar la muñeca hacia atrás por 15 segundos de cada lado.



9



Rotar la cintura 10 segundos por cada lado.



10



De espalda
entrelazar las manos
y mantener así por
10 segundos de cada
lado.



11

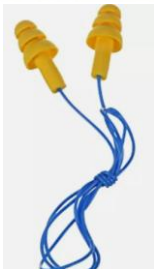


Bebe agua fresca.

Ya que se realiza una pausa, aprovechar para beber agua y mejorar tu hidratación. Usa las estaciones de hidratación.

Nota: En esta tabla se tienen un tiempo estimado de pausas activas de 220 segundos (3 minutos y 40 segundos) y también se realiza las pausas activas en las extremidades superiores siendo las más afectadas por la operación en el empalme y también en las actividades del proceso.

Mejoras en el proceso del empalme y uso de EPP

USO DE EPP ANTES Y DESPUÉS DEL REDISEÑO				
Ítem	Epp	Características del Epp	Antes del rediseño	Después del rediseño
1		Casco: Protegen contra lesiones por caídas de objetos e impactos, cumplen con normativas de seguridad, ANSI Z89.1-2023.	✓	✗
2		Auditivos: donde el ruido supera los límites seguros, la protección auditiva es fundamental. Los protectores auditivos deben ser adecuados para el nivel de ruido y cómodos para el uso prolongado, ANSI S3-19 1974.	✓	✓
3		Gafas: Las gafas protegen los ojos de partículas voladoras, salpicaduras químicas y radiación UV, ANSI Z87.1-2010	✓	✓

4		Overol Nomex: Tela Nomex IIIA tela 4.5 oz colores Azul rey y naranja, 93% Meta Aramida Nomex, 5% Aramida Kevlar, 2% fibra antiestática de carbón. Protección contra explosiones por arco eléctrico y fuego repentino.	✓	✓
5		Calzado: protege contra una amplia gama de peligros, incluidos impactos, perforaciones, productos químicos y descargas eléctricas, ASTM F-2413:18	✓	✓
6		Guantes de impacto: son uno de los elementos de protección indispensables, para manejo frecuente de herramientas, maquinaria y sustancias químicas.	✓	✓
7		Mascarilla: protegen contra la inhalación de gases, vapores y partículas peligrosas. KN95.	✗	✗
8		Barbiquejo	✓	✗

Nota: En esta tabla se hizo el respectivo análisis para poder disminuir el EPP, se consideró la actividad del empalme ya que es una actividad estática y al no haber movimiento del técnico por el resto de la línea de reparación se estimó quitar el peso de la cabeza (casco y barbiquejo) ya que así será de mejor facilidad para realizar la actividad.

Implantación de alfombra anti fatiga

Se colocó una alfombra anti fatiga, para que los técnicos no se fatiguen en el tiempo que están realizando el empalme.

USO ALFOMBRA ANTI FATIGA ANTES Y DESPUÉS DEL REDISEÑO				
Ítem	Epp	Características del Epp	Antes del rediseño	Después del rediseño
1		Alfombra anti fatiga: ayuda a disminuir el estrés musculoesquelético que se genera al realizar el empalme al estar con esa ayuda mecánica facilita el estar parado en un material blando.		

Nota: En esta tabla después de un minucioso análisis se optó por poner la alfombra junto con la mesa del empalme para mitigar el riesgo de estar parado por el tiempo de duración del empalme y a su vez con las múltiples mejoras en el proceso y en las estaciones de trabajo.

Cronograma de actividades

La propuesta de trabajo se ejecutará conforme con el cronograma en un lapso de 5 meses detallados en el diagrama de Gantt.

Tabla 32

Diagrama de Gantt

N.º	Actividades	Tiempo/Semanas															
		Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Socialización de la propuesta y rediseño de las estaciones de trabajo.																
2	Proformas los materiales a usar para el rediseño																
3	Análisis de costos y disponibilidad																
4	Adquisición de los materiales																
5	Corte, ensamble y acabados de las estaciones de trabajo.																
6	Capacitación y entrenamiento para el uso de las nuevas estaciones de trabajo.																
7	Mejora en el Proceso de reparación de cable electro sumergible.																
8	Reevaluación de riesgos ergonómicos																
9	Resultados de la evaluación																
10	Análisis de resultados en base al antes y después del rediseño																

Nota: Esta tabla está sujeta a posibles modificaciones, debido a la disponibilidad

presupuestaria de la empresa Llori Llerena 4L.

Análisis de costos

El análisis de los costos y gastos que se tendrá que asumir como institución para optimizar en el diseño y las condiciones que esto conlleva a una postura forzada y movimientos repetitivos. Para ello se cotizo los materiales para la construcción de las mesas con el nuevo diseño en el cual se estimará mejoras en la ergonomía laboral.

Tabla 33*Análisis de costos*

Ítem	Detalle	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Tubo cuadrado 1" x 6m	10	86,3	863
2	Bisagras ½	6	1,55	9,3
3	Eje de acero 1/2"	1	38,4	38,4
4	Ruedas 10cm	4	6,25	25
5	Tol 2mm	2	48,20	96,4
6	Electrodos acero revestido E308L-16	3	43	129
7	Disco corte metal 7"x1/16"x7/8" Norton	25	1,92	48
8	Flexómetro 5m	1	7,38	7,38
9	Pernos de 1/2" x 3"	6	0,78	4,68
10	tuercas de 1/2"	6	0,08	0,48
11	Pernos de 1/4" x 1"	4	0,34	1,36
12	Tuercas de 1/4"	4	0,06	0,24
			Total:	\$ 1223,24

Nota: Esta tabla está sujeta a posibles modificaciones, debido a la disponibilidad presupuestaria de la empresa Llori Llerena 4L.

Tabla 34*Estimación de costos del proyecto*

N.º	Actividades	Tiempo/Semanas															
		Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Socialización de la propuesta y rediseño de las estaciones de trabajo.	40															
2	Proformas los materiales a usar para el rediseño			20													
3	Análisis de costos y disponibilidad				10												
4	Adquisición de los materiales					1223,24											
5	Corte, ensamble y acabados de las estaciones de trabajo.							360									
6	Capacitación y entrenamiento para el uso de las nuevas estaciones de trabajo.									50							
7	Mejora en el Proceso de reparación de cable electro sumergible.											100					
8	Reevaluación de riesgos ergonómicos													50			

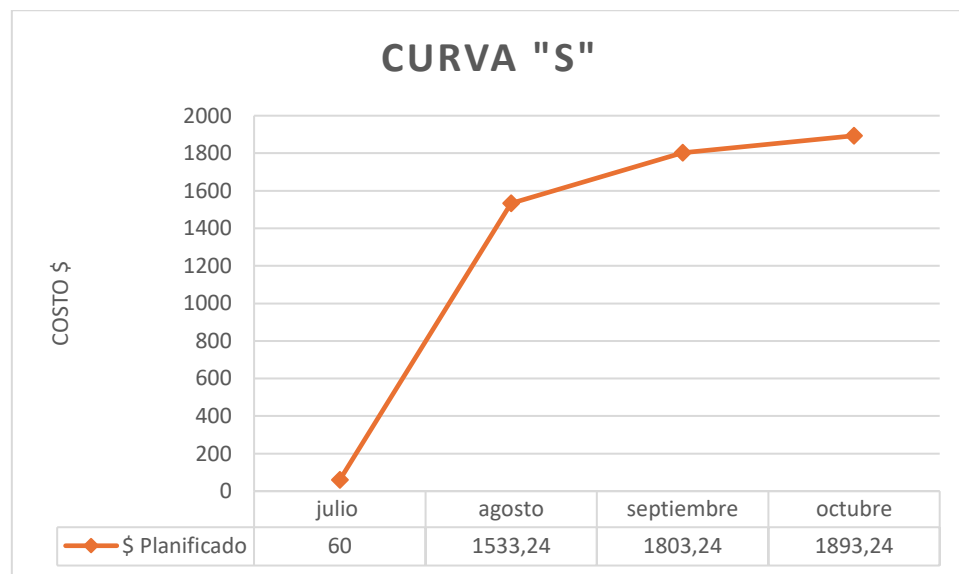
9	Resultados de la evaluación																20	
10	Análisis de resultados en base al antes y después del rediseño																	20
TOTAL: \$ 1893,24																		

Nota: Se tiene 10 actividades en la tabla para un tiempo estimado de 4 meses, en los cuales se da valores reales del costo por actividad con referencia al tiempo.

Curva "S"

Figura 17

Curva S



Nota: Esta figura según la planificación para julio se estimó por las actividades a realizar \$ 60, para agosto \$ 1533,24, con la compra de los materiales para realizar las mesas, en septiembre de \$ 1803,24, terminado con las mesas y empezando hacer el análisis de reevaluación y en octubre con el estudio culminado \$ 1893,24.

Capítulo IV

Ejecución de la Propuesta y Resultados Obtenidos

La línea de reparación de cable electro sumergible de la empresa Llori Llerena 4L, mediante el análisis de peligros aplicado a través de distintas metodologías, permitió identificar diversos riesgos laborales que requieren la implementación de mejoras en el proceso, especialmente en el rediseño de las mesas de trabajo.

El rediseño de las estaciones de trabajo se centró en la mejora del proceso, este enfoque incluyó los diseños, de la mesa de las puntas, de la mesa de empalmes, la mesa del HIPOT y el MEGGER, junto a ellos proporcionar al técnico y a sus asistentes una mejor comodidad y un ambiente ergonómico para su trabajo. También, se analizó el instructivo para la realización de los empalmes, en el cual se dio mejoras para realizarlos mejorando el proceso y ya que es el proceso con una gran cantidad de movimientos repetitivos realizar pausas para hidratación y pausas activas. Mitigando así las molestias de los movimientos repetitivos. La propuesta y rediseño fue socializada a los técnicos y asistentes de la línea de reparación para fortalecer la cultura de seguridad y bienestar en la empresa.

Programa de capacitaciones

Tras la aprobación por gerencia, se dio inicio con la capacitación en el manejo de los equipos rediseñados y el nuevo proceso ahora acogido por el departamento de TMC.

Tabla 35

Capacitaciones en base a las tareas que se realizan en la reparación de cable.

Ítem	Tarea	Medio de verificación	S1	S2	S3	S4
1	Capacitación del procedimiento para sellado de cables	Registro de Asistencia y evaluación	X			
2	Capacitación procedimiento de reparación y mantenimiento de cable electro sumergible y procedimiento de empalme invisible.	Registro de asistencia y evaluación	X	X		
3	Practica de reparación del cable electro sumergible	Registro y asistencia y evaluación			X	
4	Concientización sobre la ergonomía en el puesto de trabajo, con el rediseño de las estaciones de trabajo.	Registro y asistencia y evaluación				X

Nota: Esta tabla nos muestra el registro de las capacitaciones.

Resultados obtenidos

Presentación de resultados

La reevaluación ergonómica se realizó siguiendo la misma metodología aplicada en la fase de preevaluación, mediante la utilización de los métodos OWAS (Karhu et al., 1997), RULA (McAtamney & Corlett, 1993) y Check List OCRA (Occhipinti, 1998; Colombini et al., 2002). Esta aproximación permitió realizar una comparación directa y objetiva entre las condiciones iniciales y las condiciones posteriores al rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo. Los resultados se presentan a continuación.

Ovako Working Analysis System (OWAS)

Reevaluación OWAS

Tabla 36

Codificación de las posturas en la inspección mecánica de la coraza de cable.

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	1	1	3	1	1131
2	1	1	2	1	1121
3	1	1	3	1	1131
4	1	1	2	1	1121
5	1	1	3	1	1131

6	1	1	2	1	1121
7	1	1	3	1	1131
8	1	1	2	1	1121
9	1	1	3	1	1131
10	1	1	2	1	1121
11	1	1	3	1	1131
12	2	2	2	1	2221
13	2	1	3	1	2131
14	1	1	2	1	1121
15	1	1	3	1	1131
16	1	1	2	1	1121
17	1	1	3	1	1131
18	1	1	2	1	1121
19	1	1	3	1	1131
20	1	1	2	1	1121
21	1	1	3	1	1131
22	1	1	2	1	1121
23	1	1	3	1	1131
24	1	2	2	1	1221
25	1	1	3	1	1131
26	1	1	2	1	1121
27	1	1	3	1	1131
28	1	1	2	1	1121
29	1	1	3	1	1131
30	1	2	2	1	1221
31	1	1	3	1	1131
32	1	1	2	1	1121
33	1	1	3	1	1131
34	1	1	2	1	1121
35	1	1	3	1	1131
36	1	2	2	1	1221
37	1	1	3	1	1131
38	1	1	2	1	1121
39	1	1	3	1	1131
40	1	1	2	1	1121
41	1	1	3	1	1131
42	1	2	2	1	1221
43	1	1	3	1	1131
44	1	1	2	1	1121
45	1	1	3	1	1131
46	1	1	2	1	1121
47	1	1	3	1	1131
48	1	2	2	1	1221
49	1	1	3	1	1131
50	1	1	3	1	1131

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONCOLIDADO
51	1	1	3	1	1131
52	1	1	2	1	1121
53	1	1	3	1	1131
54	1	1	2	1	1121
55	1	1	3	1	1131
56	1	1	2	1	1121
57	1	1	3	1	1131
58	1	1	2	1	1121
59	1	1	3	1	1131
60	1	1	2	1	1121
61	2	1	3	1	2131
62	1	1	2	1	1121
63	2	1	3	1	2131
64	1	1	3	1	1131
65	1	2	2	1	1221
66	1	1	3	1	1131
67	1	1	2	1	1121
68	1	1	2	1	1121
69	2	1	3	1	2131
70	1	1	2	1	1121
71	1	1	2	1	1121
72	1	1	3	1	1131
73	1	1	2	1	1121
74	2	1	2	1	2121
75	1	1	3	1	1131
76	1	1	2	1	1121
77	1	1	2	1	1121
78	2	1	3	1	2131
79	1	1	2	1	1121
80	1	1	2	1	1121
81	1	1	3	1	1131
82	1	1	2	1	1121
83	1	1	2	1	1121
84	1	1	3	1	1131
85	1	1	2	1	1121
86	1	1	3	1	1131
87	1	2	2	1	1221
88	1	1	3	1	1131
89	1	1	2	1	1121
90	1	1	3	1	1131
91	1	1	2	1	1121
92	2	1	3	1	2131
93	1	1	2	1	1121
94	1	1	3	1	1131
95	1	1	3	1	1131
96	1	1	2	1	1121

97	1	1	3	1	1131
98	1	1	2	1	1121
99	1	1	3	1	1131
100	1	2	2	1	1221

Nota: Esta tabla nos muestra como en la inspección mecánica de la coraza en el cable electro sumergible, se realizan el análisis de la posición en una frecuencia de 30 segundos, durando la tarea 50 minutos.

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas (**Tabla 37**), de las diferentes combinaciones de posturas de trabajo (**Tabla 38**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 39**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 40**).

Tabla 37

Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	92	92%
	Espalda doblada	8	8%
BRAZOS	Los dos brazos abajo	91	91%
	Un brazo abajo y el otro elevado	9	9%
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	51	51%
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	49	49%
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	100	100%

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia de las posturas en cada una de las zonas corporales.

Tabla 38

Análisis de combinaciones de posturas corporales y nivel de riesgo ergonómico en la línea de reparación de cable electro sumergible

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2121	2	1	1%
2131	2	6	6%
1121	1	41	41%
1131	1	43	43%
2221	2	1	1%
1221	1	8	8%

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia según el código de postura y su categoría de riesgo.

Tabla 39

Nivel de riesgo ergonómico por postura acumulada en espalda, brazos, piernas y carga durante el proceso de reparación de cable electro sumergible.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	92	92%	1
	Espalda doblada	8	8%	1
BRAZOS	Los dos brazos abajo	91	91%	1
	Un brazo abajo y el otro elevado	9	9%	1
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	51	51%	1
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	49	49%	2
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	100	100%	1

Nota: Frecuencia, porcentaje y nivel de riesgo ergonómico asociado a las posturas adoptadas en cada zona corporal durante las actividades de reparación de cable electro sumergible. Los datos fueron recolectados por el investigador mediante observación directa en Llori Llerena 4L S.A durante el año 2025.

Tabla 40

Distribución de posturas según categoría de riesgo ergonómico en la línea de reparación de cable electro sumergible

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	92	92%
2	8	8%
3	0	0
4	0	0

Nota: Distribución del número y porcentaje de posturas según su categoría de riesgo ergonómico. Los datos fueron recolectados por el investigador mediante observación directa en Llori Llerena 4L S.A. durante el año 2025.

Análisis: En la tabla 37, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha y Espalda doblada su frecuencia es 92 y 8 consecutivamente, en los

brazos tenemos que Los dos brazos abajo y Un brazo abajo y el otro elevado tienen una frecuencia de 91 y 9 consecutivamente, en las piernas tenemos De pie con las dos piernas rectas y De pie con una pierna recta y la otra flexionada la frecuencia es de 51 y 49 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 2121 (1), 2131 (6), 1121 (41), 1131 (43), 2221 (1), 1221 (8) haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos seria (De pie con una pierna recta y la otra flexionada se tiene una frecuencia de 49, ante una categoría de 2). Ante un consolidado se tiene que existe un 92% en la categoría de riesgo 1 y 8% de categoría 2 siendo el efecto de la postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo- esquelético y se requiere aplicar acciones correctivas en un futuro cercano, en base al nuevo análisis se tiene un porcentaje menor en la categoría de riesgo.

Tabla 41

Codificación de las posturas en la inspección de capilares y cable.

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	1	1	3	1	1131
2	1	1	2	1	1121
3	1	1	2	1	1121
4	1	1	3	1	1131
5	1	1	2	1	1121
6	1	1	3	1	1131
7	1	1	2	1	1121
8	1	1	2	1	1121
9	1	1	2	1	1121
10	1	1	2	1	1121
11	1	1	2	1	1121
12	1	1	3	1	1131
13	1	1	2	1	1121
14	1	1	2	1	1121
15	1	1	3	1	1131
16	1	1	2	1	1121
17	1	1	3	1	1131
18	1	1	2	1	1121
19	1	1	2	1	1121

20	1	1	2	1	1121
21	1	1	3	1	1131
22	1	1	2	1	1121
23	2	1	2	1	2121
24	2	1	3	1	2131
25	1	1	2	1	1121
26	1	1	3	1	1131
27	1	1	2	1	1121
28	1	1	2	1	1121
29	1	1	3	1	1131
30	1	1	3	1	1131
31	1	1	3	1	1131
32	1	1	3	1	1131
33	1	1	3	1	1131
34	1	1	2	1	1121
35	2	1	2	1	2121
36	1	1	3	1	1131
37	1	1	2	1	1121
38	1	1	3	1	1131
39	1	1	2	1	1121
40	1	1	2	1	1121
41	1	1	3	1	1131
42	1	1	3	1	1131
43	1	1	2	1	1121
44	2	1	2	1	2121
45	1	1	3	1	1131
46	1	1	2	1	1121
47	2	1	3	1	2131
48	1	1	2	1	1121
49	1	1	2	1	1121
50	1	1	2	1	1121

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
51	1	1	2	1	1121
52	1	1	3	1	1131
53	1	1	2	1	1121
54	2	1	3	1	2131
55	1	1	2	1	1121
56	1	1	2	1	1121
57	2	1	2	1	2121
58	1	1	2	1	1121
59	1	1	2	1	1121
60	1	1	3	1	1131
61	1	1	2	1	1121
62	1	1	2	1	1121
63	1	1	3	1	1131

64	1	1	2	1	1121
65	1	1	2	1	1121
66	1	1	2	1	1121
67	1	1	2	1	1121
68	1	1	3	1	1131
69	1	1	2	1	1121
70	2	1	3	1	2131
71	2	1	2	1	2121
72	1	1	2	1	1121
73	1	1	2	1	1121
74	1	1	3	1	1131
75	1	1	3	1	1131
76	1	1	3	1	1131
77	1	1	2	1	1121
78	2	1	2	1	2121
79	2	1	3	1	2131
80	1	1	2	1	1121
81	1	1	3	1	1131
82	1	1	2	1	1121
83	1	1	2	1	1121
84	1	1	3	1	1131
85	1	1	2	1	1121
86	1	1	3	1	1131
87	1	1	2	1	1121
88	1	1	3	1	1131
89	1	1	2	1	1121
90	1	1	2	1	1121

Nota: Esta tabla nos muestra como en la inspección de capilares y cables, se realizan el análisis de la posición en una frecuencia de 30 segundos, durando la tarea 45 minutos.

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas (**Tabla 42**), de las diferentes combinaciones de posturas de trabajo (**Tabla 43**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 44**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 45**).

Tabla 42

Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	79	87,78
	Espalda doblada	11	12,22

BRAZOS	Los dos brazos abajo	90	100,00
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	56	62,22
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	34	34,00
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	90	100,00

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia de las posturas en cada una de las zonas corporales.

Tabla 43

Análisis de combinaciones posturales según codificación ergonómica

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2121	2	6	6,67 %
2131	2	5	5,56 %
1121	1	50	55,56 %
1131	1	29	32,22 %

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia según el código de postura y su categoría de riesgo.

Tabla 44

Nivel de riesgo asociado a posturas acumuladas por segmento corporal

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	79	87,78	1
	Espalda doblada	11	12,22	1
BRAZOS	Los dos brazos abajo	90	100,00	1
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	56	62,22	1
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	34	34,00	1
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	90	100,00	1

Nota: La tabla presenta la distribución de frecuencias de las posturas adoptadas por segmento corporal, junto con su correspondiente nivel de riesgo ergonómico. Los resultados evidencian una predominancia de configuraciones posturales clasificadas como de riesgo bajo en todas las zonas analizadas. En particular, destaca la adopción mayoritaria de una postura de espalda en posición neutra (87,78%) y la ausencia de elevación de miembros superiores durante la ejecución de las tareas (100%). Asimismo, la manipulación de cargas inferiores a 10kg en la totalidad de las observaciones sugiere una baja exigencia biomecánica en términos de esfuerzo físico. No obstante, la presencia de posturas en flexión de la espalda y asimetrías en

los miembros inferiores, aunque minoritarias, podrían representar factores de riesgo acumulativo ante exposiciones prolongadas.

Tabla 45

Distribución de posturas según categoría de riesgo ergonómico

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	78	87,78 %
2	29	32,22 %
3	0	0
4	0	0

Nota: Esta tabla muestra la distribución de las posturas evaluadas según su categoría de riesgo ergonómico. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Análisis: En la tabla 42, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha y Espalda doblada su frecuencia es 79 y 11 consecutivamente, en los brazos tenemos que Los dos brazos abajo tiene una frecuencia de 90, en las piernas tenemos De pie con las dos piernas rectas y De pie con una pierna recta y la otra flexionada la frecuencia es de 56 y 34 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 2121 (6), 2131 (5), 1121 (50), 1131 (29) haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos 1 con un 87,78 % y categoría 2 con un 32,22 %.

Tabla 46

Codificación de las posturas en el retorno a la bobina y reparando.

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
1	1	2	2	1	1221
2	1	2	3	1	1231
3	1	2	3	1	1231
4	1	1	4	1	1141
5	2	2	2	1	2221
6	1	2	3	1	1231
7	2	2	3	1	2231
8	2	1	4	1	2141

9	2	2	2	1	2221
10	1	2	3	1	1231
11	1	2	3	1	1231
12	2	1	4	1	2141
13	2	1	3	1	2131
14	2	1	3	1	2131
15	2	1	3	1	2131
16	1	1	2	1	1121
17	1	1	3	1	1131
18	2	1	4	1	2141
19	2	1	3	1	2131
20	2	1	3	1	2131
21	2	1	3	1	2131
22	1	1	2	1	1121
23	1	1	3	1	1131
24	2	1	4	1	2141
25	2	1	3	1	2131
26	2	1	3	1	2131
27	2	1	3	1	2131
28	1	1	2	1	1121
29	1	1	3	1	1131
30	2	1	4	1	2141
31	1	1	3	1	1131
32	2	1	3	1	2131
33	1	1	3	1	1131
34	1	1	2	1	1121
35	1	1	3	1	1131
36	1	2	3	1	1231
37	2	1	3	1	2131
38	1	1	3	1	1131
39	1	1	2	1	1121
40	1	1	3	1	1131
41	2	1	4	1	2141
42	1	1	3	1	1131
43	2	1	3	1	2131
44	1	1	3	1	1131
45	1	1	2	1	1121
46	1	1	3	1	1131
47	1	2	3	1	1231
48	2	1	3	1	2131
49	2	1	3	1	2131
50	1	1	2	1	1121
51	1	1	3	1	1131
52	2	1	4	1	2141
53	1	1	3	1	1131
54	2	1	3	1	2131
55	2	1	3	1	2131
56	1	1	2	1	1121

57	1	1	3	1	1131
58	2	2	3	1	2231
59	1	2	3	1	1231
60	1	2	3	1	1231

POSTURA NÚMERO	ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA / FUERZA	CONSOLIDADO
61	2	1	4	1	2141
62	1	1	3	1	1131
63	2	1	3	1	2131
64	1	1	3	1	1131
65	1	1	2	1	1121
66	1	1	3	1	1131
67	2	1	4	1	2141
68	2	1	3	1	2131
69	2	1	3	1	2131
70	1	1	3	1	1131
71	1	1	2	1	1121
72	1	1	3	1	1131
73	2	1	4	1	2141
74	1	1	3	1	1131
75	2	1	3	1	2131
76	1	1	3	1	1131
77	1	1	2	1	1121
78	1	1	3	1	1131
79	2	1	4	1	2141
80	1	1	3	1	1131
81	2	1	3	1	2131
82	1	1	3	1	1131
83	1	1	2	1	1121
84	1	1	3	1	1131
85	2	2	3	1	2231
86	2	2	2	1	2221
87	2	1	2	1	2121
88	1	1	2	1	1121
89	1	1	3	1	1131
90	2	1	3	1	2131
91	1	1	3	1	1131
92	1	1	2	1	1121
93	1	1	3	1	1131
94	2	2	3	1	2231
95	1	2	2	1	1221
96	2	1	2	1	2121
97	1	1	2	1	1121
98	1	1	3	1	1131
99	1	1	2	1	1121
100	1	1	2	1	1121

101	1	1	3	1	1131
102	1	2	3	1	1231
103	2	2	3	1	2231
104	2	1	4	1	2141
105	2	2	2	1	2221
106	1	2	3	1	1231
107	2	2	3	1	2231
108	2	1	4	1	2141
109	2	2	2	1	2221
110	1	2	3	1	1231
111	2	1	3	1	2131
112	1	1	2	1	1121
113	1	1	3	1	1131
114	2	2	3	1	2231
115	1	1	3	1	1131
116	1	1	2	1	1121
117	2	1	3	1	2131
118	2	1	3	1	2131
119	1	1	3	1	1131
120	1	1	2	1	1121

Nota: Esta tabla nos muestra como en el retorno a la bobina y reparando, se realizan el análisis de la posición en una frecuencia de 60 segundos, durando la tarea 120 minutos.

El procesado de los datos nos permitirá obtener un informe descriptivo de las posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas (**Tabla 47**), de las diferentes combinaciones de posturas de trabajo (**Tabla 48**), del nivel de riesgo por postura acumulada (**Tabla 49**) y del nivel de riesgo global de las mismas (**Tabla 50**).

Tabla 47

Posturas adoptadas por espalda, brazos y piernas.

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESPALDA	Espalda derecha	68	56,67 %
	Espalda doblada	52	43,33 %
BRAZOS	Los dos brazos abajo	94	78,33 %
	Un brazo abajo y el otro elevado	26	21,67 %
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	29	24,17 %
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	91	75,83 %
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	120	100 %

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia de las posturas en cada una de las zonas corporales.

Tabla 48

Análisis de combinaciones posturales según codificación ergonómica

Identificación codificada de la postura (espalda, brazos, piernas, carga)	RIESGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
2231	2	7	5,8 %
2221	2	5	4,2 %
1221	1	2	1,7 %
1231	1	12	10 %
2131	2	38	31,7 %
1121	1	20	16,7 %
1131	1	34	28,3 %
2121	2	2	1,7 %

Nota: Esta tabla nos muestra la frecuencia según el código de postura y su categoría de riesgo.

Tabla 49

Nivel de riesgo asociado a posturas acumuladas por segmento corporal

ZONA CORPORAL	POSTURA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	RIESGO
ESPALDA	Espalda derecha	68	56,67 %	1
	Espalda doblada	52	43,33 %	2
BRAZOS	Los dos brazos abajo	94	78,33 %	1
	Un brazo abajo y el otro elevado	26	21,67 %	1
PIERNAS	Postura de pie con ambas piernas extendidas	29	24,17 %	1
	Postura de pie con una pierna extendida y la otra flexionada	91	75,83 %	1
CARGA O FUERZA	Menos de 10 kg	120	100 %	1

Nota: La table presenta la distribución de las posturas observadas por segmento corporal y correspondiente nivel de riesgo ergonómico. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 50

Distribución de posturas según categoría de riesgo ergonómico

RIESGO	N.º DE POSTURAS	PORCENTAJE
1	68	56,67 %
2	52	43,33 %
3	0	0
4	0	0

Nota: Esta tabla nos muestra el número de posturas ante la categoría de riesgo ergonómico.

La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Análisis: En la tabla 47, se aprecia que en la espalda la toma de las posturas da que Espalda derecha y Espalda doblada su frecuencia es 68 y 52 consecutivamente, en los brazos tenemos que Los dos brazos abajo y Un brazo abajo y otro elevado tienen una frecuencia de 94 y 26 consecutivamente, en las piernas tenemos De pie con las dos piernas rectas y De pie con una pierna recta y la otra flexionada la frecuencia es de 29 y 91 consecutivamente, con una carga menos a 10 Kg. Así también en los códigos de posturas tenemos 2231 (7), 2221 (5), 1221 (2), 1231 (12), 2131 (38), 1121 (20), 1131 (34), 2121 (2), haciendo un 100 %. En la zona corporal más afectada ante la categoría de riesgos seria la (Espalda doblada con una frecuencia de 52, ante una categoría de 2). Ante un consolidado se tiene que existe un 56,67% en la categoría de riesgo 1, 43,43 % de categoría 2, siendo el efecto de la postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo – esquelético, se requiere aplicar acciones correctivas en un futuro cercano y se requiere acciones correctivas lo antes posible.

Evaluation Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Tabla 51

Resumen del método RULA aplicado a la tarea de montaje de bobina en el trípode.

RESUMEN DE DATOS	
	
En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	1
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	1
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	1
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	2
Nivel de Riesgo (1-4)	1
Actuación	Postura aceptable, no requiere intervención inmediata, siempre que no se mantenga o repita durante periodos prolongados

Nota: La tabla presenta los resultados de la evaluación ergonómica mediante el método RULA aplicada a la tarea de montaje de bobina en trípode. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 52

Resumen del método RULA aplicado a la configuración de parámetros eléctricos iniciales.

RESUMEN DE DATOS	
	
En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	1
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	1
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	1
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0

NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	2
Nivel de Riesgo (1-4)	1
Actuación	Postura aceptable; no requiere intervención inmediata, siempre que no se mantenga durante periodos prolongados.

Nota: La tabla presenta los resultados de la evaluación ergonómica mediante el método RULA aplicada a la tarea de configuración de parámetros eléctricos iniciales. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 53

Resumen del método RULA aplicado a la inspección mecánica de la coraza de cable.

RESUMEN DE DATOS


En la figura se muestra el **lado izquierdo** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	2
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	2
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2

Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	3
Nivel de Riesgo (1-4)	2
Actuación	Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente algunos cambios.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 3 y un nivel de riesgo de 2. Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente algunos cambios. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 54

Resumen del método RULA aplicado a la inspección de capilares y cable.

RESUMEN DE DATOS


En la figura se muestra el **lado izquierdo** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	2
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	2
Puntuación de la muñeca (1-4)	1

Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	1
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	3
Nivel de Riesgo (1-4)	2
Actuación	Se requiere una evaluación más detallada y posiblemente algunos cambios.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 3 y un nivel de riesgo de 2. Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente algunos cambios. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 55

Resumen del método RULA aplicado al retorno de cable a la bobina y reparando.



En la figura se muestra el **lado derecho** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	2
Puntuación del antebrazo (1-3)	1

Puntuación giro de la muñeca (1-2)	3
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	3
Puntuación del tronco (1-6)	2
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	4
Nivel de Riesgo (1-4)	2
Actuación	Se requiere una evaluación más detallada y posiblemente algunos cambios.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 4 y un nivel de riesgo de 2. Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente algunos cambios. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 56

Resumen del método RULA aplicado a los parámetros finales.

RESUMEN DE DATOS	
	

En la figura se muestra el lado izquierdo del operador que realiza la tarea.	
Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca	
Puntuación del brazo (1-6)	2
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	2
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas	
Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	1
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0
NIVELES DE RIEGO Y ACTUACIÓN	
Puntuación final RULA (1-7)	3
Nivel de Riesgo (1-4)	2
Actuación	Se requiere una evaluación más detallada y posiblemente algunos cambios.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 3 y un nivel de riesgo de 2. Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente algunos cambios. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Tabla 57

Resumen del método RULA aplicado al desmontaje de la bobina.

RESUMEN DE DATOS



En la figura se muestra el **lado derecho** del operador que realiza la tarea.

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo (1-6)	1
Puntuación del antebrazo (1-3)	1
Puntuación giro de la muñeca (1-2)	1
Puntuación de la muñeca (1-4)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo A) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0

Grupo B: Análisis de cuello, tronco y piernas

Puntuación del cuello (1-6)	2
Puntuación del tronco (1-6)	1
Puntuación de piernas (1-2)	1
Puntuación del tipo de actividad muscular brazo (Grupo B) (0-1)	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) (0-3)	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN

Puntuación final RULA (1-7)	2
Nivel de Riesgo (1-4)	1
Actuación	Postura aceptable, si no se repite o se mantiene durante largos periodos de tiempo.

Nota: Esta tabla nos muestra una puntuación final de 2 y un nivel de riesgo de 1. Postura aceptable, si no se repite o se mantiene durante largos periodos de tiempo. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Check List OCRA

Figura 18

Movimientos repetitivos en el empalme.



Nota. Esta figura nos muestra las posiciones en un empalme.

Tabla 58

Check List Ocra en el proceso de retorno y reparación de cable electro sumergible Empalme.

CHECK LIST OCRA – REPARACION DE CABLE (EMPALME)			
Superintendencia:	Franklin Quezada		
Evaluador:	Luis Gallegos		
Fecha:	20 de agosto de 2025		
Proceso:	Empalme entre cable – cable		
Código	Descripción del peligro	Factor de Riesgo	
501	Movimientos Repetitivos	Exposición a movimientos repetitivos, realizar varios movimientos por minuto.	
Información del puesto / tarea que se va evaluar			
Duración de la jornada de trabajo	480 min	Puesto evaluado	1
Tiempo que ocupa el puesto de trabajo	480 min	% de la jornada en el puesto de trabajo	100%
Información del puesto / tarea que se va evaluar			
Tiempo de pausas oficiales:	140 min	Tiempo en tareas no repetitivas:	120 min
Tiempo de almuerzo:	60 min	N.º de acciones técnicas por ciclo:	7

Tiempo de ciclo del trabajo:	100 min	Tiempo de pausas no oficiales:	60 min
Número de ciclos de trabajo que realiza el trabajador			18 ciclos

Cálculo del Tiempo Neto de trabajo Repetitivo (TNTR)

$$\text{TNTR} = \text{DT} - (\text{TNR} + \text{P} + \text{A})$$

DT: Tiempo en minutos que el operario ocupa su puesto de trabajo. 480

TNR: Tiempo de trabajo No Repetitivo. 120

P: Tiempo en minutos de la duración de las pausas que realiza el operario. 140

A: Duración de descanso para el almuerzo en minutos 60

$$\text{TNTR} = 160 \text{ min}$$

Cálculo del Tiempo Neto del Ciclo (TNC)

$$\text{TNC} = 60 * \text{TNTR} / \text{NC}$$

TNC: viene expresado en segundos 60

TNTR: Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo 160

NC: Numero de ciclos de trabajo que realiza el trabajador 18

$$\text{TNC} = 533$$

Factor de Recuperación (FR)

Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas. 2

Factor de Frecuencia (FF)

Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas. 3

Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación). ATE 2,5

$$\text{FF} = \text{Max} (\text{ATD} ; \text{ATE}) \Rightarrow \text{Max} (6 ; 2,5) = 3$$

Factor de Fuerza (FFz)

1/3 del tiempo 2

Factor de Postura y Movimientos (FP)

$$\text{FP} = \text{MAX} (\text{PHo} ; \text{PCo} ; \text{PMu} ; \text{PMa}) + \text{Pes}$$

Pho: Puntuación y movimiento del hombro 1

PCo : Puntuación y movimiento del codo 2

PMu : Puntuación de la muñeca 8

Pma: Puntuación de la mano	8
Pes: Puntuación de movimientos estereotipados	3
FP= MAX (PHo ; PCo ; PMu ; PMa) + Pes => Max (1 ; 2; 8; 8) + 3 =	11
Factor de Riesgos Adicionales (FC)	
FC = Ffm + Fso	
Ffm: Factor físico-mecánico	0
Fso: Puntuación de factores socio-organizativos	0
FC=	0
Multiplicador de Duración (MD)	
(121-180) min	0,65
ÍNDICE Check List OCRA (ICKL)	
ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD	
FR: Factor de Recuperación	2
FF: Factor de Frecuencia	3
FFz: Factor de Fuerza	2
FP: Factor de Postura y Movimiento	11
FC: Factor de Riesgos Adicionales	0
MD: Multiplicador de Duración	0,65
ICKL= (FR + FF + FFz + FP + FC) * MD ICKL= (3+6+4+11+0) * 0,65=	11,7

Resultados y Análisis

Como resultado obtenemos que el Índice Check List OCRA es igual a 11,7; el mismo que indica que el nivel de **riesgo es inaceptable leve**, la acción recomendada es **mejorar el puesto de trabajo, supervisión médica y entrenamiento**. Al realizar las respectivas mejoras en el puesto de trabajo puede llegar a un equivalente de entre 3,6 – 4,5.

Nota. Esta tabla nos muestra el análisis Check list OCRA.

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Resumen de metodologías

Tabla de resumen de los métodos aplicados.

Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación de método OWAS

En la evaluación con el método OWAS se analizó los puestos en los que más afluencia de posturas inadecuadas se producen, en la tabla 59 evidenciamos una tabla de resumen sobre los puestos evaluados, y las tablas completas del análisis se encuentran en el Anexo A.

Tabla 59

Resultados de aplicación del método OWAS en puesto de trabajo evaluados

ítem	Puesto de trabajo	Categoría de riesgo	Frecuencia de posturas	Porcentaje	Efecto de postura	Acción requerida
3	Inspección mecánica de la coraza de cable.	1 2	92 8	92 % 8 %	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
4	Inspección de capilares y cable.	1 2	78 29	87,78 % 32,22 %	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
5	Retorno de cable a la bobina y reparando.	1 2	68 52	56,67 % 43,33 %	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.

Nota. Esta tabla nos muestra un resumen del análisis aplicado el rediseño.

Interpretación: La categoría de riesgos de 1 en la tarea inspección mecánica de coraza de cable, teniendo un 92 de frecuencia entre las posturas y a su vez un 92%, asimismo la categoría 2 en la tarea se asocia a 8 de frecuencia entre las posturas y un 8%. En la tarea de inspección de capilares y cable se tiene una categoría 1 de 78 en frecuencia de posturas y en categoría 2 de 29 posturas con un porcentaje de 87,78 % y 32,22 % respectivamente. En la tarea de retorno de cable a la bobina y reparando se

tiene una categoría 1 en 68 de frecuencia de posturas y en categoría 2 en 52 de frecuencia de posturas con un porcentaje de 56,67 % y 43,33 % respectivamente.

Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación mediante el método RULA

La evaluación ergonómica realizada mediante el método RULA se enfocó en aquellos puestos de trabajo con mayor incidencia de posturas inadecuadas. En este contexto, la **Tabla 60** presenta una síntesis de los resultados correspondientes a los puestos analizados, mientras que el desarrollo detallado de la evaluación se encuentra consignado en el **Anexo B**.

Tabla 60

Resultados de aplicación del método RULA en puestos de trabajo evaluados

ítem	Puesto de trabajo	Puntuación Final RULA	Nivel de riesgo	Estimación del Riesgo	Medidas Correctivas
1	Montaje de bobina en el trípode.	2	1	Aceptable	Postura aceptable, siempre que no se mantenga o repita durante periodos prolongados.
2	Parámetros eléctricos iniciales.	2	1	Aceptable	Postura aceptable, siempre que no se mantenga o repita durante periodos prolongados.
3	Inspección mecánica de la coraza de cable.	3	2	Tolerable	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
4	Inspección de capilares y cable.	3	2	Tolerable	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5	Retorno de cable a la bobina y reparando.	4	2	Tolerable	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
6	Parámetros finales.	3	2	Tolerable	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
7	Desmontaje de la bobina.	2	1	Aceptable	Postura aceptable, siempre que no se mantenga o repita durante periodos prolongados.

Nota: La tabla presenta los resultados de la evaluación ergonómica mediante el método

RULA posterior a la implementación del rediseño de las estaciones de trabajo. La

información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Interpretación: Debido a que las actividades son de pocos segundos los trabajadores se encuentran expuestos a posturas inadecuadas continuamente, en los puestos de trabajo analizados tienen como puntuación final RULA de 7 en las actividades (Montaje de bobina en el trípode, Parámetros finales, Desmontaje de la bobina.) y su exposición a nivel de riesgo de 1, y su puntuación final RULA de 3 o 4 en (Inspección mecánica de la coraza de cable, Retorno de cable a la bobina y reparando, Parámetros eléctricos iniciales, Inspección de capilares y cable.) y su exposición a un nivel de riesgo 2.

Riesgos Ergonómicos – Resultado de Evaluación de método Check List OCRA

En la línea de reparación de cable electro sumergible las actividades se caracterizan por la ejecución de movimientos repetitivos, generalmente en ciclos de corta duración, que implican esfuerzos de desplazamientos rápidos de estructuras musculoesqueléticas, tales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos y nervios, en una o varias regiones corporales. De acuerdo con la norma UNE-EN 1005-5, una tarea se considera repetitiva cuando se desarrolla mediante ciclos de trabajo reiterativos en el tiempo.

En el contexto, el método Check List OCRA permite evaluar el nivel de riesgo asociado a la exposición a movimientos repetitivos, estimando la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos en función del tiempo de exposición, con énfasis en los miembros superiores.

Los resultados derivados de la aplicación del método Check List OCRA en el puesto de trabajo analizado se presentan en la **Tabla 61**.

Tabla 61

Resultados de la aplicación del método Check List Ocra en el puesto de trabajo evaluado

ítem	Puesto de trabajo	Índice Check List Ocra	Estimación del Riesgo	Medidas Correctivas
1	Retorno de cable a la bobina y reparando. (EMPALME)	11,7	Riesgo inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, implementación de vigilancia médica y capacitación específica del personal.

Nota: La tabla presenta los resultados de la evaluación ergonómica mediante el método

Check List OCRA posterior a la implementación del rediseño de las estaciones de trabajo. La información corresponde a observaciones de campo realizadas en la empresa Llori Llerena 4L S.A., en el marco de estudio.

Interpretación: Al aplicar el método Check List Ocra se evidenció como la incidencia de los movimientos repetitivos causan afectaciones en los trabajadores, debido a que las actividades en el puesto de trabajo es de colocar cintas, los movimientos son uno después del otro, como resultados se tiene una estimación de riesgo inaceptable leve el cual sería en el retorno de cable a la bobina y reparando en la realización de EMPALME debido a que son 18 ciclos de tipos de cinta colocadas secuencialmente en el empalme de cables electro sumergible, a su vez después de la mejora de su proceso se evidenció que de 24 ciclos bajamos a 18.

Evaluación del antes y después del diseño

Tabla 62

Evaluación del diseño

Ítem	Diseño antiguo	Características	Comparativa	Diseño nuevo	Características
1		Se usaba la estación de trabajo llamada recontador para realizar las puntas y el drenado de los capilares con químicos.	Mediante la implantación de la mesa de trabajo se puede realizar mejor la operación, y también con el diseño realizado a partir de las medidas antropométricas de los trabajadores se estima una mejora en las posiciones antes de su implantación.		Se aprecia una mejora en su diseño e implantación ya que no contaban con una mesa para realizar las puntas y un cubeto para drenar el fluido que vienen en los capilares.
2		Se observa una mesa de trabajo muy robusta y de una estructura muy grande.	El rediseño de las estaciones de trabajo nos permite una disminución en las condiciones subestándar de sistema musculoesqueléticos que los técnicos y asistentes dieron a conocer en la encuesta.		Se realiza un diseño esbelto el cual nos permite su facilidad al transportar y al realizar el empalme o las respectivas reparaciones se tiene una mejor ergonomía, para hacerlo.

3



En el respectivo diseño es una mesa solo para el hi-pot, y se realizaba sobre el hi-pot las medidas con el megger.

Se nota la mejora en base al diseño, más estructurado y a su vez se podrá optimizar en tiempos de trabajo al tener los 2 equipos para su uso.



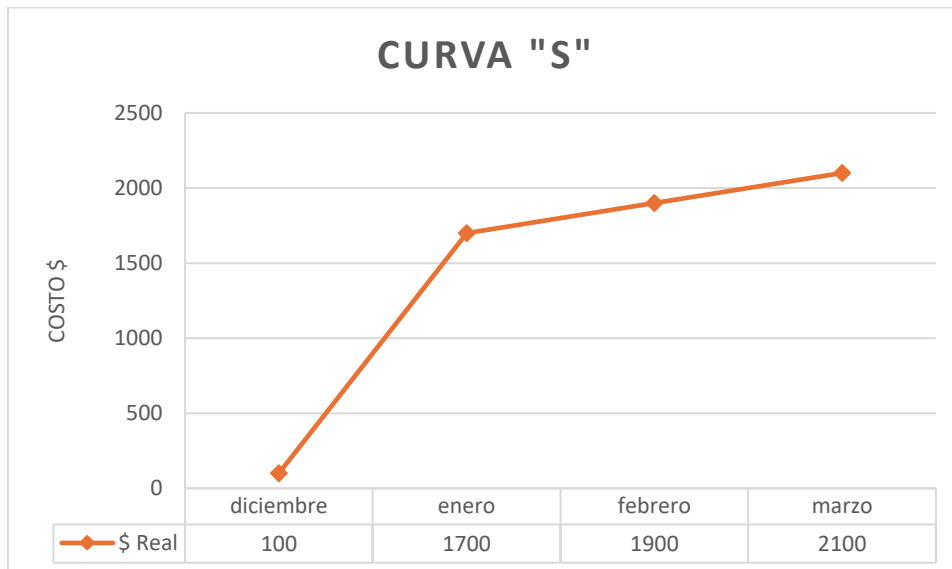
Se observa un diseño más estructurado al realizar la toma de medidas con el megger y el hi-pot.

Nota: Esta tabla muestra el análisis entre el antes y el después del rediseño.

Evaluación económica

Tabla 63

Curva "S"



Nota: Esta tabla muestra el costo a nivel de los meses.

Análisis: según la planificación para julio se estimó por las actividades a realizar \$ 100, para agosto \$ 1700, con la compra de los materiales para realizar las mesas, en septiembre de \$ 1900, terminado con las mesas y empezando hacer el análisis de reevaluación y en octubre con el estudio culminado \$ 2100.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se realizó una caracterización técnico-operacional integral del proceso de reparación de cable electro sumergible, identificándose siete etapas críticas dentro de la línea operativa: montaje de bobina, verificación de parámetros eléctricos iniciales, inspección mecánica de la coraza, inspección de capilares y conductores, retorno y reparación del cable, verificación de parámetros finales y desmontaje de la bobina. El análisis evidenció que las actividades ejecutadas exponen de manera continua a los trabajadores a factores de riesgo ergonómico asociados a movimientos repetitivos, posturas biomecánicamente desfavorables y manipulación manual de cargas, en un entorno laboral conformado por diez operarios. Asimismo, se determinó la inexistencia de criterios ergonómicos aplicados al diseño de las estaciones de trabajo, situación que incrementa la carga física laboral y la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. En consecuencia, los resultados obtenidos justifican técnicamente la necesidad de implementar medidas de intervención ergonómica orientadas a la optimización de las condiciones de trabajo, la reducción de la exposición ocupacional y el mejoramiento del desempeño operativo.
- La evaluación de riesgos mediante la metodología IPER permitió identificar la presencia de factores de riesgo ergonómico significativos en la totalidad de las estaciones de trabajo analizadas, clasificándose principalmente en niveles de riesgo importante y moderado. Entre los factores de mayor criticidad se identificaron los movimientos repetitivos, movimientos bruscos, manipulación física asociada a las tareas operativas y permanencia prolongada en bipedestación, mientras que las deficiencias relacionadas con espacios reducidos de trabajo y mobiliario no ergonómico fueron categorizadas como riesgos moderados. Los hallazgos

evidenciaron una exposición ocupacional continua a cargas biomecánicas que afectan principalmente al sistema musculoesquelético, incrementando la probabilidad de fatiga muscular, disminución del desempeño operativo y potencial generación de ausentismo laboral asociado a trastornos musculoesqueléticos. En este contexto, los resultados obtenidos validan técnicamente la problemática planteada en la investigación y constituyen una línea base fundamental para el desarrollo de evaluaciones ergonómicas específicas y la implementación de medidas de intervención correctiva.

- Las evaluaciones ergonómicas efectuadas mediante las metodologías OWAS, RULA y Check List OCRA permitieron determinar elevados niveles de exposición a riesgos biomecánicos en las diferentes actividades de la línea de reparación de cable electrosumergible. A través del método OWAS se identificaron posturas clasificadas en categorías de riesgo 2 y 3, evidenciando condiciones posturales con potencial de generar afectaciones musculoesqueléticas y que requieren la implementación de acciones correctivas en el corto plazo. De igual manera, la aplicación del método RULA arrojó puntuaciones entre 5 y 7, correspondientes a niveles de actuación 3 y 4, lo que indica la necesidad de intervenciones ergonómicas inmediatas debido a la elevada carga postural sobre extremidades superiores, cuello y tronco. Complementariamente, el Check List OCRA evidenció niveles de riesgo inaceptable medio asociados a tareas con alta repetitividad gestual, particularmente en actividades de empalme y reparación de cable, caracterizadas por ciclos operativos continuos y elevada frecuencia de movimientos técnicos manuales. Estos resultados fueron corroborados mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka, en el cual la mayoría de los trabajadores reportó sintomatología musculoesquelética en regiones anatómicas como cuello, hombros y zona lumbar durante los últimos doce meses,

confirmando la relación existente entre las condiciones ergonómicas deficientes y la afectación física derivada de la exposición ocupacional continua.

- El levantamiento antropométrico realizado a los diez trabajadores de la línea de reparación de cable electro sumergible, conforme a los lineamientos establecidos en la norma NTE INEN 1646, permitió obtener parámetros dimensionales representativos de la población evaluada, incluyendo estatura promedio, alcances funcionales de miembros superiores y alturas de referencia para codos en posición de trabajo. Estas variables antropométricas constituyeron la base técnica para el rediseño ergonómico de las estaciones de trabajo, permitiendo establecer dimensiones operativas compatibles con las características físicas de los trabajadores, tales como la adecuación de alturas funcionales de mesas y superficies de trabajo. La incorporación de criterios antropométricos favoreció la adopción de posturas neutras, disminuyó la exigencia biomecánica durante la ejecución de las actividades y contribuyó a optimizar la interacción (trabajador–herramienta–entorno). Asimismo, el rediseño propuesto evidenció una mejora en la eficiencia operativa del proceso, reflejada en la reducción estimada de los tiempos de ciclo por bobina, fortaleciendo simultáneamente las condiciones ergonómicas y la productividad del área operativa.
- La propuesta de rediseño ergonómico, desarrollada mediante herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) y fundamentada en los parámetros antropométricos obtenidos durante la investigación, contempló la implementación de estaciones de trabajo funcionales y adaptadas a las exigencias biomecánicas de las actividades operativas, incluyendo mesas ergonómicas para procesos de empalme, preparación de puntas y verificación de parámetros eléctricos mediante equipos HIPOT y MEGER. Adicionalmente, se incorporaron medidas complementarias de intervención, tales como instructivos de pausas activas, optimización de la secuencia operativa y mejoras

en los métodos de trabajo, permitiendo disminuir la repetitividad gestual y optimizar los ciclos de ejecución de las actividades críticas del proceso. La reevaluación ergonómica posterior a la implementación evidenció una reducción significativa de la exposición a factores de riesgo biomecánico, reflejada en clasificaciones OWAS correspondientes a categoría 1, puntuaciones RULA asociadas a niveles de actuación bajos y resultados del Check List OCRA dentro de parámetros aceptables de repetitividad. Estos resultados demuestran que el rediseño ergonómico contribuyó de manera efectiva a la disminución de la carga física laboral, la mejora de las condiciones posturales, la reducción de la exposición ergonómica y el fortalecimiento del desempeño operativo y bienestar ocupacional de los trabajadores.

Recomendaciones

- Implementar evaluaciones periódicas del proceso de reparación de cable electrosumergible con una frecuencia semestral, incorporando mecanismos de participación y retroalimentación del personal operativo mediante encuestas ergonómicas, entrevistas técnicas y reuniones de seguimiento, con el propósito de identificar variaciones en las condiciones de trabajo, cambios en las actividades operativas y posibles desviaciones biomecánicas. Esta estrategia permitirá actualizar de manera continua el diagnóstico ergonómico, fortalecer la gestión preventiva y garantizar la adaptación progresiva de las condiciones laborales conforme a las necesidades operacionales y características del personal expuesto.
- Se recomienda integrar la metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) como herramienta técnica estandarizada dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la organización, con el fin de fortalecer los

procesos de identificación, evaluación y control de riesgos laborales. Para ello, se sugiere desarrollar programas de capacitación dirigidos tanto al personal administrativo como operativo, orientados a la correcta aplicación, interpretación y actualización de la matriz IPER conforme a las actividades ejecutadas en cada área de trabajo. Asimismo, se propone su implementación progresiva en las diferentes líneas operativas de la empresa, permitiendo consolidar una gestión preventiva sistemática, mejorar la detección temprana de condiciones subestándar y facilitar la toma de decisiones enfocadas en la mejora continua de las condiciones de seguridad, salud ocupacional y desempeño organizacional.

- Se recomienda ejecutar evaluaciones ergonómicas anuales mediante la aplicación de metodologías especializadas como OWAS, RULA y Check List OCRA, complementadas con el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético, con la finalidad de monitorear de manera continua la efectividad de las medidas de intervención implementadas y detectar oportunamente posibles incrementos en la exposición a factores de riesgo biomecánico. Asimismo, se sugiere incorporar herramientas tecnológicas y software especializado en ergonomía, como Ergo/IBV u otros sistemas de análisis biomecánico, que permitan automatizar la recopilación y procesamiento de datos, optimizar la precisión de las evaluaciones y facilitar el análisis comparativo de los indicadores ergonómicos antes y después de las intervenciones realizadas, fortaleciendo así los procesos de mejora continua en seguridad y salud ocupacional.
- Se recomienda actualizar el levantamiento antropométrico del personal operativo con una periodicidad mínima de dos años, o de manera extraordinaria ante la incorporación de nuevos trabajadores o modificaciones significativas en las actividades operativas, considerando variables asociadas a género, edad y percentiles antropométricos representativos (5.º–95.º). La información obtenida deberá ser

incorporada como criterio técnico en futuros procesos de diseño, rediseño, ampliación de áreas operativas y adquisición de maquinaria, mobiliario o equipos de trabajo, con el propósito de garantizar la adaptación ergonómica de las estaciones laborales, promover condiciones de inclusividad ocupacional y reducir la exposición a posturas biomecánicamente desfavorables que puedan afectar la salud musculoesquelética de los trabajadores.

- Se recomienda extender progresivamente la implementación del rediseño ergonómico hacia otras áreas operativas y bases de la empresa, incluyendo las instalaciones ubicadas en Dayuma y Shushufindi, considerando como referencia el análisis económico desarrollado en la investigación para la planificación de los recursos requeridos. Asimismo, se sugiere complementar la intervención con programas permanentes de capacitación y sensibilización orientados a higiene postural, prevención de trastornos musculoesqueléticos, manipulación manual de cargas y ejecución de pausas activas, fortaleciendo la cultura preventiva dentro de la organización. De igual manera, se propone establecer vínculos de cooperación técnica y científica con instituciones académicas y centros de investigación, con el propósito de validar metodológicamente el modelo ergonómico desarrollado, promover su replicabilidad en otras empresas de la industria petrolera ecuatoriana y generar futuras líneas de investigación, publicaciones científicas y posibles desarrollos de innovación tecnológica aplicados a la seguridad y salud ocupacional.

Bibliografía

- Agila-Palacios, E., Colunga-Rodríguez, C., González-Muñoz, E., & Delgado-García, D. (2014). Síntomas Músculo-Esqueléticos en Trabajadores Operativos del Área de Mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana. . *Ciencia y Trabajo*. doi:10.4067/S0718-24492014000300012
- Castro, J. (2021). Elaboración de instructivos de armado, mantención y reparación de cables de media tensión 5 kv-8 kv y puesta en servicio de herramienta vulcanizadora para taller eléctrico y faena minera. Obtenido de <https://repositorioacademico.uda.cl/bitstream/handle/20.500.12740/16645/Bib%2029.743.pdf?sequence=1>
- Charmant J. (2023). *kinovea*. Obtenido de <https://www.kinovea.org>
- Charry Diaz, J. (2010). EVALUACIÓN INTEGRAL DEL RIESGO ERGONÓMICO EN TRABAJADORES DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN PETROLERA EN EL MAGDALENA MEDIO COLOMBIANO, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 2010. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/f86bee7d-0fb3-4aae-9d85-be1ae45406b5/content>
- Espín, C., & Vèlez, R. (28 de Junio de 2017). Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros. *Revista Redipe*, 6(6), 153-160. Obtenido de https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/254?fbclid=IwAR2fVn_KI3Ib-

- Gallegos, L. (2025). *REDISEÑO DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO PARA MEJORAR LA ERGONOMÍA DE LOS TRABAJADORES EN LA LÍNEA DE REPARACIÓN DE CABLE ELECTRO SUMERGIBLE EN LA EMPRESA LLORI LLERENA 4L S.A.* coca.
- Guillén, M. (2006). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Revista Cubana de Enfermería*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03192006000400008&script=sci_arttext
- Ibacache, J. (2018). *CUESTIONARIO NÓRDICO ESTANDARIZADO DE PERCEPCIÓN DE SÍNTOMAS MÚSCULO ESQUELÉTICOS*. Chile: Gobierno de Chile.
- Karhu, O. K. (1997). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*. En O. K. Karhu, *Correcting working postures in industry: A practical method for analysis*. (págs. 199 - 201).
- Kivi P, M. M. (1991). *Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerized OWAS method*.
- Mas, D. (2015). *Ergonautas*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). *Ergonautas*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Mas, D. (15 de Enero de 2015). *Método RULA. Evaluación de la carga postural*. Recuperado el 1 de Mayo de 2023, de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Párraga, M. (2023). Diseño correcto de la estación de trabajo. *Industria Data*, vol. 6(12), pp. 95-98.

- Rodríguez, Y., & Pérez, E. (2024). ERGONOMÍA Y SIMULACIÓN APLICADAS A LA INDUSTRIA/. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Yordan-Rodriguez-3/publication/277843095_ERGONOMIA_Y_SIMULACION_APLICADAS_A_LA_INDUSTRIA_ERGONOMICS_AND_SIMULATION_APPLIED_TO_THE_INDUS TRY/links/559eb24908aefec4b049c0e7/ERGONOMIA-Y-SIMULACION- APLICADAS-A-LA-INDUSTRIA-
- Rosero , S., & Ruiz , J. (2023). Diseño del Manual de Seguridad Industrial para la Empresa Petrolera BJ Advance ubicada en Lago Agrio Provincia de Sucumbíos. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25606>
- Villar M, I. (2015). *Posturas de trabajo: evaluación del riesgo*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Villar, M. (9 de Diciembre de 2011). *Tareas Repetitivas II. Evaluación del Riesgo para la extremidad superior*. Recuperado el Septiembre de 8 de 2023, de https://www.insst.es/documents/94886/509319/Tareas+repetitivas+2_evaluacion.pdf/5a8f09f0-6ebf-406d-be55-36ca53c4e18d
- Waters, T. P.-A. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. En T. P.-A. Waters.

ANEXO A.

Aplicación de metodologías ergonómicas específicas.

Procedimiento de aplicación de método OWAS

A cada postura se le asignará un Código de postura conformado por cuatro dígitos. El primer dígito dependerá de la posición de la espalda del trabajador en la postura valorada (Tabla 64), el segundo de la posición de los brazos (Tabla 65), el tercero de la posición de las piernas (Tabla 66) y el cuarto de la carga manipulada (Tabla 67). (Kivi P, 1991)

Tabla 64

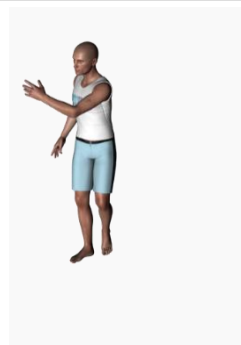
Posición de la espalda

Posición de la espalda	Código
Espalda derecha El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas- piernas	1 
Espalda doblada Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)	2 
Espalda con giro	3

Posición de la espalda

Código

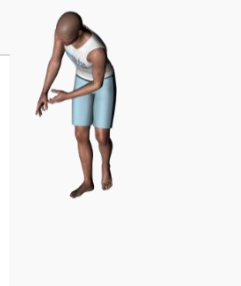
Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°



Espalda doblada con giro

4

Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea



Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Tabla 65

Posición de los brazos

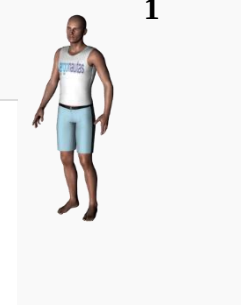
Posición de los brazos

Código

Los dos brazos bajos

1

Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros



Un brazo bajo y el otro elevado

2

Posición de los brazos

Código

Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros



Los dos brazos elevados

Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros



3

Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Tabla 66

Posición de las piernas

Posición de las piernas

Código

Sentado

1

El trabajador permanece sentado



De pie con las dos piernas rectas

2

Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas



Posición de las piernas

Código

De pie con una pierna recta y la otra flexionada

3

De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas



De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas

4

Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.



De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado

5

Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.



Arrodillado

6

El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.



Andando

7

Posición de las piernas

Código

El trabajador camina



Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Tabla 67

Carga o fuerza

Carga o fuerza

Código

Menos de 10 kg



1

Entre 10 y 20 kg



2

Carga o fuerza**Código****Más de 20 kg****3**

Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se deberá calcular la Categoría de riesgo de cada una de ellas. Owas asigna una Categoría de riesgo a cada postura a partir de su Código de postura. Existen cuatro Categorías de riesgo (Tabla 68) numeradas del 1 al 4 en orden creciente de riesgo respecto a su efecto sobre el sistema musculoesquelético. Cada una, a su vez, establece la prioridad de posibles acciones correctivas. (Mas, Ergonautas, 2015)

Tabla 68

Categoría de riesgo

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Para conocer a qué Categoría de riesgo pertenece cada postura se empleará la **Tabla 69**. En ella, a partir de cada dígito del Código de postura, se indica la Categoría de riesgo a la que pertenece la postura.

Tabla 69

Categorías de Riesgo por Códigos de Postura.

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

Nota. (Mas, Ergonautas, 2015)

Cuando la actividad es frecuente, aunque la carga sea ligera, el procedimiento de muestreo permite estimar la proporción de tiempo durante el que la espalda o las extremidades están en las diversas posturas observadas. Es posible evaluar la adecuación de estas posturas utilizando la **Tabla 70**, donde se dan las categorías de acción para las diversas posturas con relación al tiempo estimado de mantenimiento durante la jornada de trabajo. (Villar M, 2015)

Tabla 70

Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.

Frecuencia Relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Nota. (Villar M, 2015)

ANEXO B.

Procedimiento de aplicación de método RULA

Cabe destacar que uno de los riesgos evaluados en la investigación, son los riesgos ergonómicos, (Espín & Vèlez, 2017), que se trata de:

Adaptar el trabajo a la persona. Objetos, puestos de trabajo y herramientas que, por su peso, tamaño, forma o diseño, requieran sobrecargas, movimientos repetidos y posiciones inadecuadas. Las lesiones pueden ser causadas por la posición, el esfuerzo estático (estacionario) o dinámico (carga, cambio de posición, movimientos repetitivos). (p. 23)

En lo que respecta a la carga de trabajo físico se incluye el consumo de energía de la actividad realizada, las posturas y movimientos de trabajo durante la tarea, así como la fuerza utilizada, incluidos los relacionados con dificultades de manejo.

La evaluación utiliza el método de Rula, que es el método más adecuado para evaluar la postura y levantar objetos, ya que estas son las condiciones subestándares que afectan a la mayoría de los trabajadores, destacando que este método “Realiza una evaluación de puestos individuales en lugar de evaluar grupos de puestos o conjuntos de ellos. Por lo tanto, es esencial seleccionar los puestos a evaluar de entre las posiciones ocupadas actualmente por los empleados.”. Es así que, por medio de este método, se seleccionan aquellos movimientos con mayor carga postural a priori, ya sea por su duración o frecuencia, o porque se desvían más de la posición neutral. (Mas, Método RULA. Evaluación de la carga postural, 2015)

Además, (Mas, Método RULA. Evaluación de la carga postural, 2015), establece que este método considera inicialmente el lado izquierdo y/o derecho del cuerpo, donde se evalúan diferentes regiones del cuerpo a través de dos grupos, como el grupo A (brazo, antebrazo y muñeca) y el grupo B (cuello, cuerpo, piernas). Para estos puntos, las medidas de los ángulos de las juntas se tienen en cuenta al determinar el rendimiento. (p. 121)

Aplicación del Método RULA

Determina el procedimiento para aplicar el método RULA puede resumirse en los siguientes pasos: (Mas, 2015)

Para llevar a cabo la evaluación, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Identificar los ciclos de trabajo y observar al trabajador en varios de estos ciclos.
- b. Seleccionar las posturas que serán objeto de evaluación.
- c. Determinar si se evaluará el lado derecho o izquierdo del cuerpo.
- d. Recolectar los datos necesarios.
- e. Calcular las puntuaciones parciales y finales mediante el método para determinar la presencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.
- f. Si es necesario, determinar qué medidas deben ser implementadas.

g. En caso de requerirlo, rediseñar el puesto o realizar modificaciones para mejorar la postura.

h. Tras la introducción de cambios, volver a evaluar las posturas utilizando el método RULA para comparar la efectividad de la mejora. (p. 12)

Tabla 71

Nivel de actuación según la puntuación final obtenida.

Ítem	Puntuación	Nivel	Actuación
1	1 o 2	1	Riesgo Aceptable.
2	3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
3	5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea.
4	7	4	Se requiere cambios urgentes en la tarea.

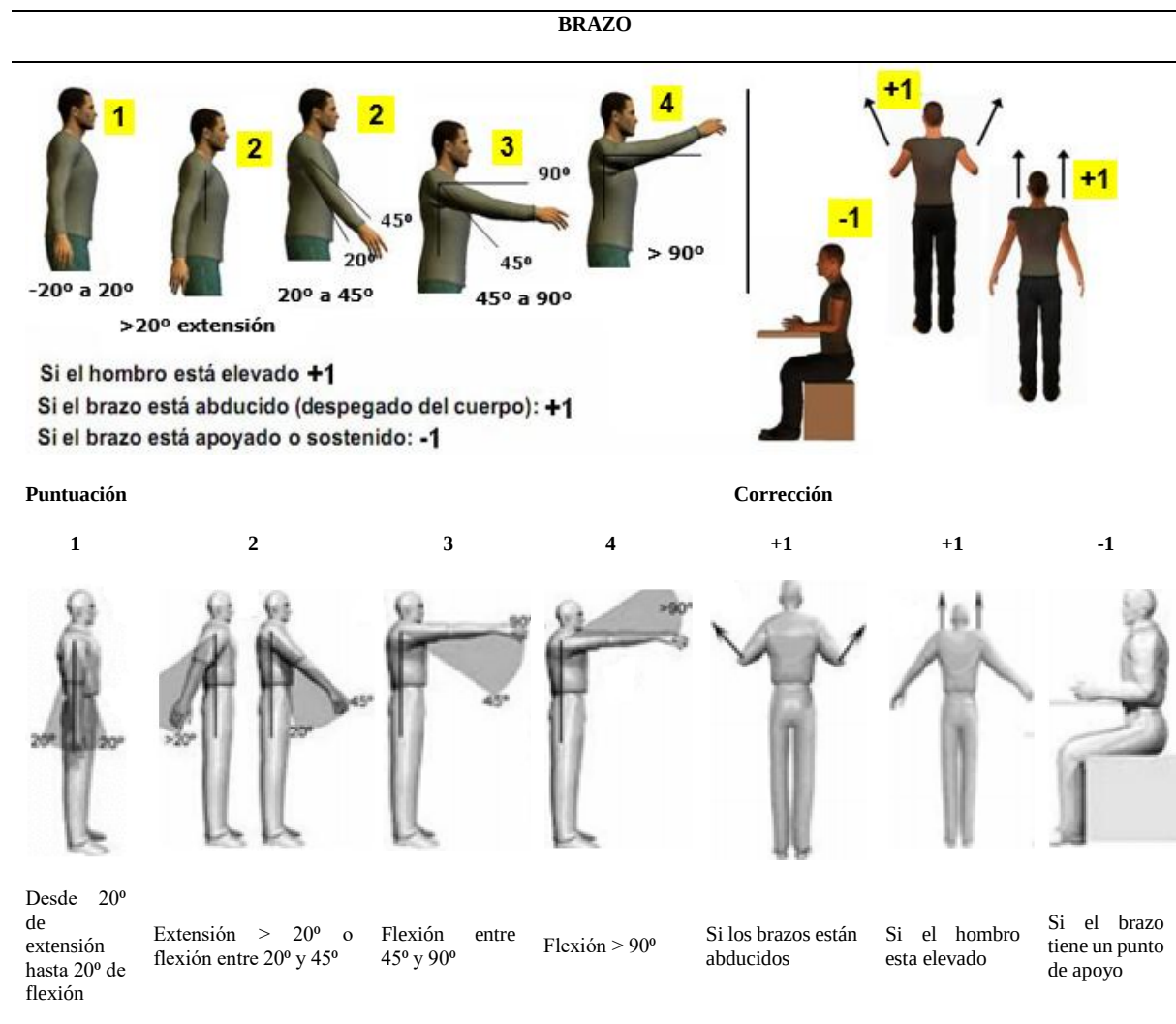
Nota. (Mas, 2015).

Grupo A: Calificación para el movimiento del Brazo

En el grupo A, la mano es la primera parte del miembro superior a evaluar. Para determinar esta puntuación se considera la medida del ángulo que forma el brazo con el eje del cuerpo, por lo que puede aumentar o disminuir dependiendo del valor; factor de corrección del brazo superior debido a la posición seleccionada, como se desarrollada a continuación en la Figura 19:

Figura 19

Grupo A: Calificación para el movimiento del Brazo



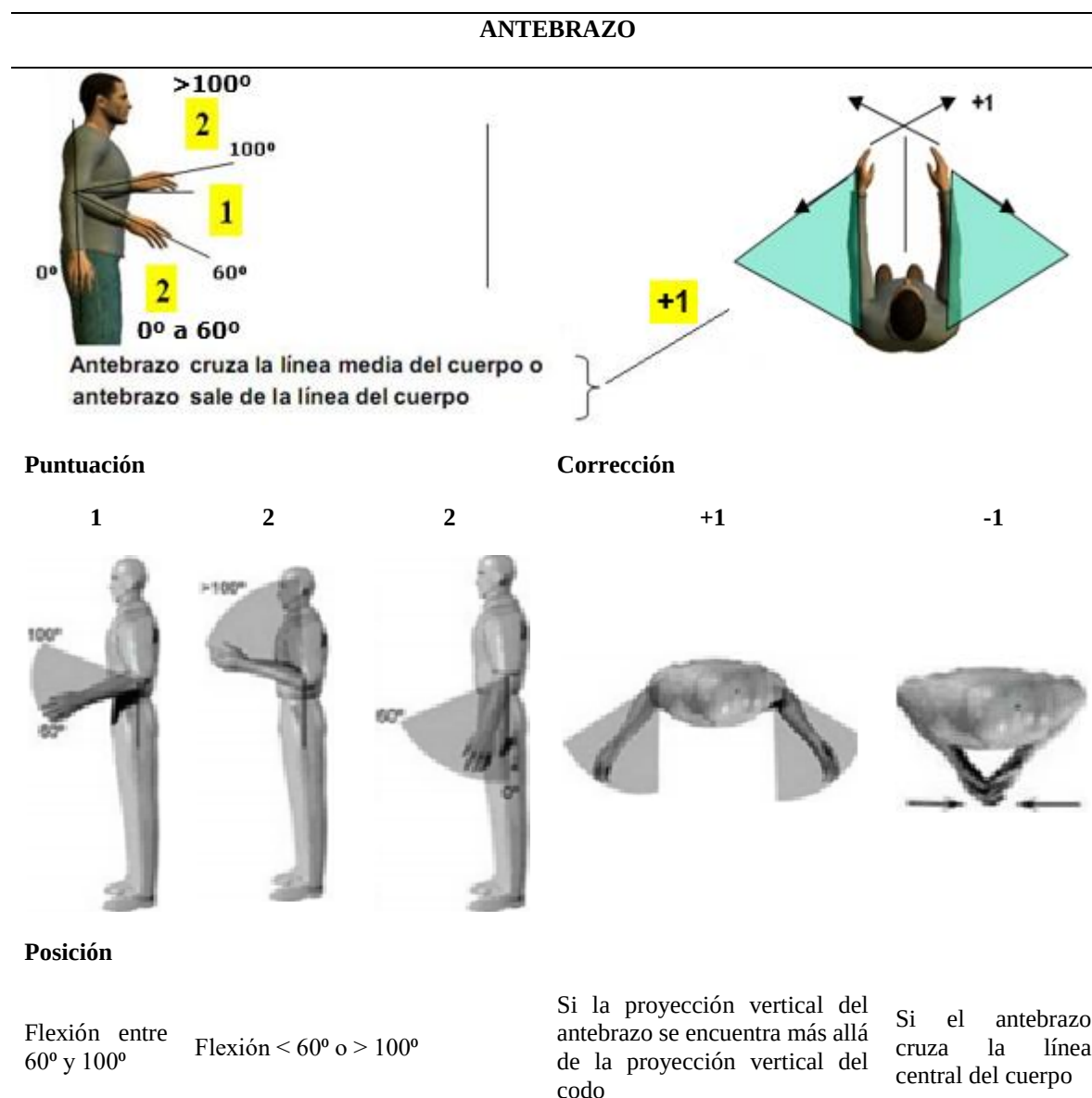
Nota. (Villar, 2011).

Grupo A: Calificación para el movimiento del Antebrazo

Las distintas configuraciones posturales del antebrazo se analizan a partir de la medición del ángulo articular definido entre el segmento evaluado y su eje de referencia anatómico. Adicionalmente, se incorpora un factor de corrección que permite ajustar la puntuación en función de las condiciones específicas de ejecución de la tarea. El resultado de esta valoración se presenta de manera esquemática en la Figura 20.

Figura 20

Grupo A: Calificación para el movimiento del Antebrazo



Nota. (Villar, 2011).

Grupo A: Evaluación del movimiento de la muñeca

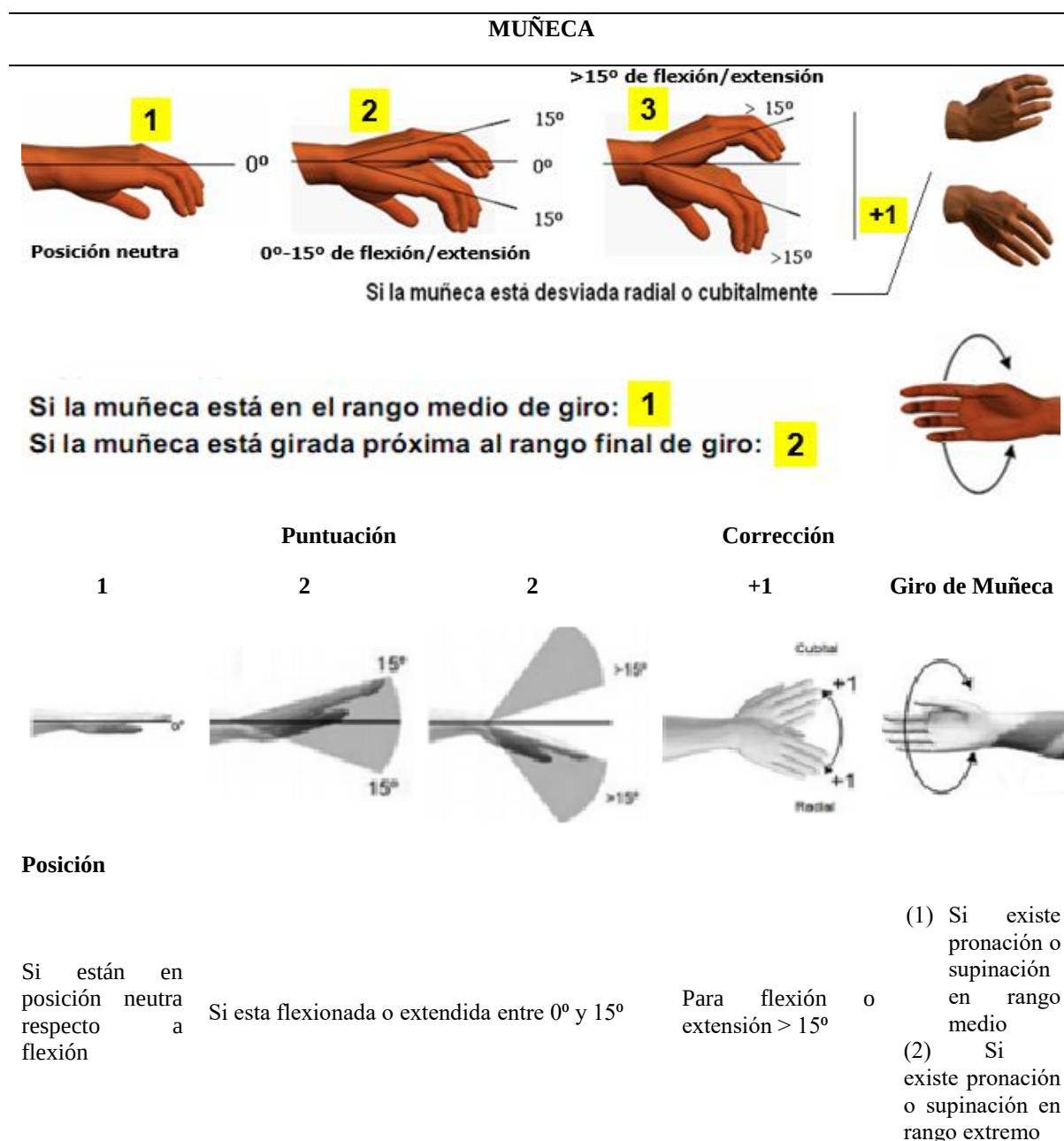
Finalmente, para completar la evaluación del grupo A, se analizan las diferentes posiciones de la muñeca, ya sea en flexión o extensión, para determinar posteriormente

el resultado final, teniendo en cuenta un factor de corrección que está relacionado con la desviación radial o cubital de la parte analizada.

La rotación de la muñeca es un valor independiente, el mismo que se usa para los puntos finales del Grupo A, evidenciando su puntuación en la Figura 21.

Figura 21

Grupo A: Evaluación para el movimiento de la muñeca



Nota. (Villar, 2011).

Grupo A: Calificación final

Después de recibir los puntos de las posiciones analizadas de las manos, el antebrazo, la muñeca y su rotación, determinamos el valor final de este grupo utilizando la Tabla 72.

Tabla 72

Datos de la puntuación final del grupo A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		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	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	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	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

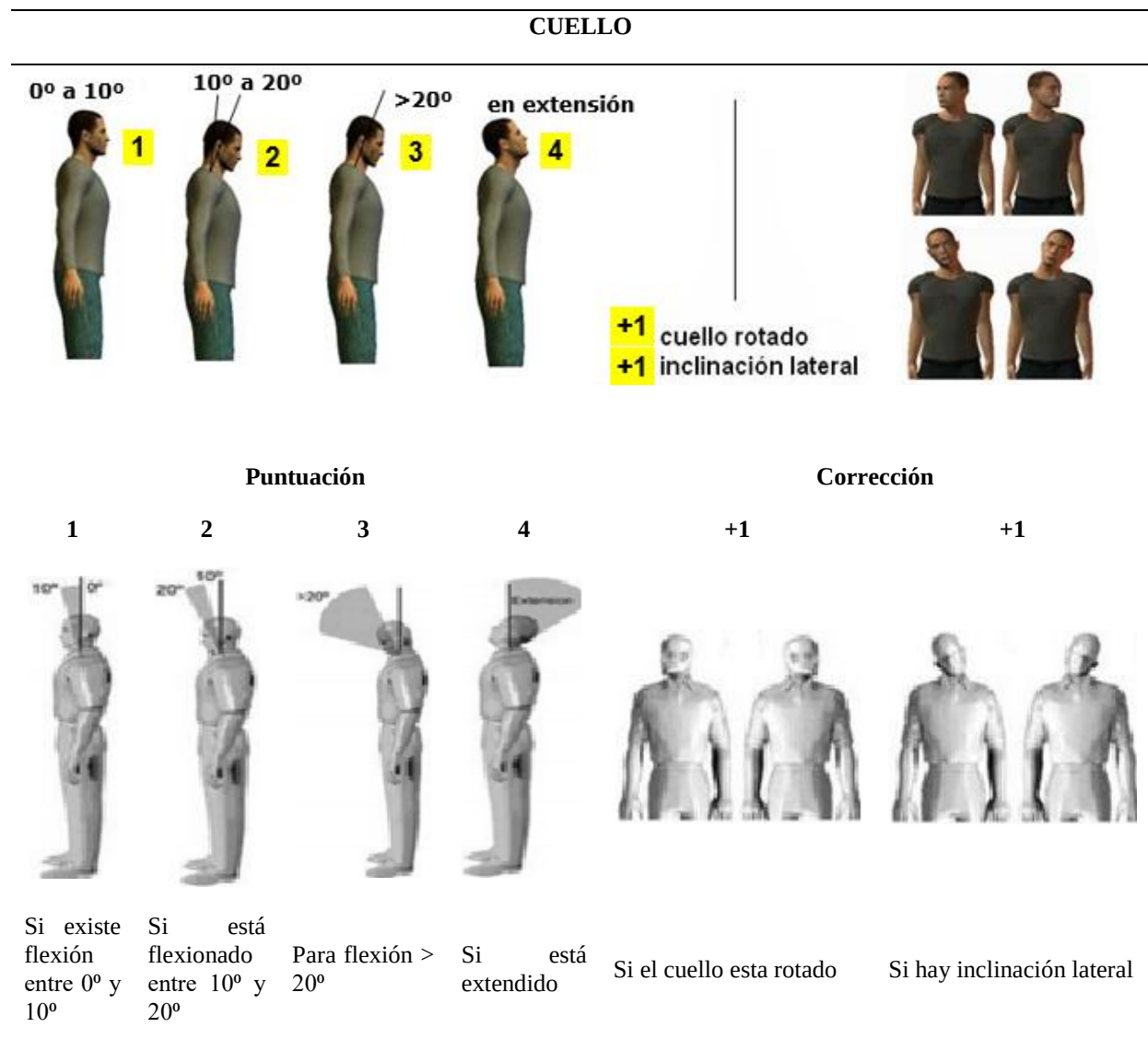
Nota. (Villar, 2011).

Grupo B: Evaluación para el movimiento del cuello

En este grupo se evalúan los segmentos corporales correspondientes al cuello, el tronco y las extremidades inferiores, con el fin de determinar una puntuación global. La valoración inicia con el análisis del cuello, considerando las distintas configuraciones posturales que puede adoptar, tales como flexión o extensión, así como la aplicación de factores de corrección para la obtención del puntaje final, el cual se presenta en la Figura 22.

Figura 22

Grupo B: Evaluación para el movimiento del cuello



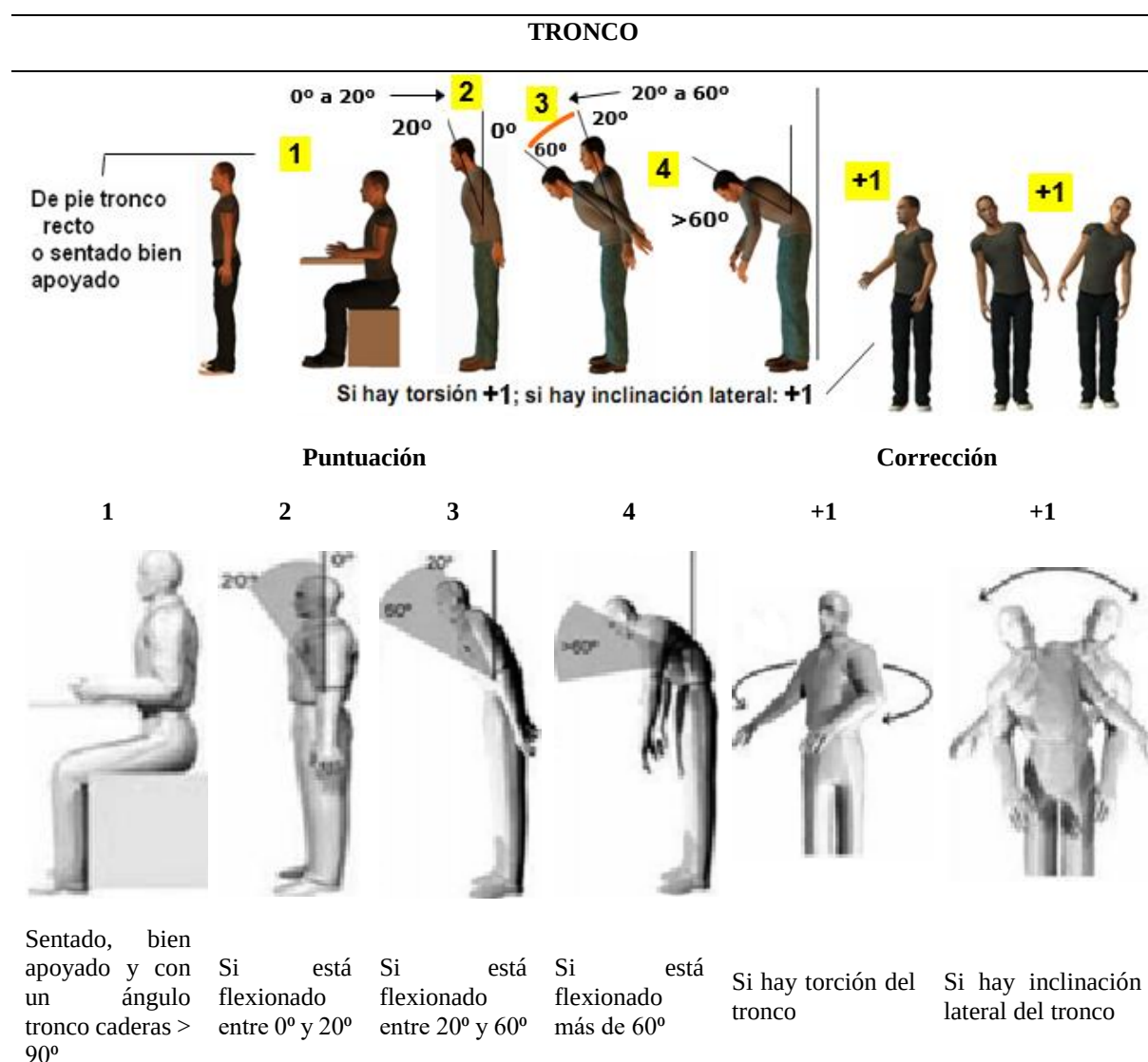
Nota. (Villar, 2011).

Grupo B: Evaluación para el movimiento del tronco

Se analizan las distintas configuraciones posturales adoptadas por el trabajador durante la ejecución de la actividad, considerando condiciones como bipedestación, sedestación o inclinación del cuerpo. La puntuación asignada a este segmento puede ajustarse mediante factores de corrección, incrementándose o disminuyendo en función de las condiciones específicas de la tarea, tal como se ilustra en la Figura 23.

Figura 23

Grupo B: Calificación para el movimiento del tronco



Nota. (Villar, 2011).

Grupo B: Calificación para el movimiento de piernas

Al finalizar la evaluación del grupo B, se evalúa la posición de las piernas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: distribución del peso, presencia de apoyos y postura, para determinar la puntuación del área corporal analizada, evidenciando su puntuación en la Figura 24.

Figura 24

Grupo B: Evaluación para el movimiento de piernas

PIERNAS	
1 Sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: 1 Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: 2	  
Puntuación	
1 	2 
Sentado, con pies y piernas De pie con el peso simétricamente bien distribuido y espacio para cambiar de posición.	Si los pies no están bien apoyados, o si el peso no está simétricamente bien distribuido

Nota. (Villar, 2011).

Grupo B: Calificación final

Una vez obtenidos los puntos para las posiciones analizadas de cuello, torso y piernas, el valor final de este grupo lo determina la Tabla 73.

Tabla 73

Matriz de puntuación final del Grupo B según combinaciones posturales (cuello, tronco y miembros inferiores)

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	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
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Nota: La tabla presenta la matriz de asignación de la puntuación final correspondiente al Grupo B del método RULA, en función de las combinaciones posturales del cuello, tronco y miembros inferiores, incluyendo los ajustes derivados de la posición de las piernas. Adaptado de (Villar, 2011).

Actividad muscular y fuerza aplicada

Las puntuaciones compuestas correspondientes a los Grupos A y B son ajustadas en función de la actividad muscular y de las condiciones de fuerza requeridas para la ejecución de la tarea. Como resultado de estos ajustes se obtienen nuevas puntuaciones, denominadas C y D, las cuales constituyen la base para la determinación de la calificación final del método. Estos resultados se presentan en la Tabla 74.

Tabla 74

Criterios de puntuación para la actividad muscular y la fuerza aplicada en el método RULA

Actividad Muscular		Fuerza Aplicada	
Puntos	Posición	Puntos	Posición
0	Si la actividad se considera dinámica (es ocasional, poco frecuente y de corta duración)	0	Si la carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente
		1	Si la carga o fuerza está entre 2kg y 10kg y se realiza intermitentemente
1	Si la actividad es principalmente estática (se mantiene la postura más de un minuto seguido)	2	Si la carga o fuerza está entre 2kg y 10kg y es estática o repetitiva

1	Si la actividad es repetitiva (se repite más de 4 veces por minuto)	2	Si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10kg.
		3	Si la carga o fuerza es superior a 10kg y es estática o repetitiva
		3	Si se producen golpes o fuerzas de manera brusca o repetitiva.

Nota. La tabla presenta los criterios de asignación de puntajes asociados al a actividad muscular y a la fuerza aplicada, utilizados para el ajuste de las puntuaciones de los Grupos A y B en el método RULA. Adaptado de (Villar, 2011).

Puntuación final de la matriz RULA

Una vez obtenidos los puntajes C y D, se asigna un puntaje RULA final que va de 1 a 7, siendo el riesgo alto el valor más alto, como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75

Matriz de determinación de la puntuación final del método RULA a partir de las puntuaciones C y D.

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7 o +
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 o +	5	5	6	7	7	7	7

Nota. La tabla presenta la matriz de determinación de la puntuación final del método RULA, obtenida a partir de la combinación de las puntuaciones C y D, las cuales integran los

resultados ajustados a los Grupos A y B considerando la actividad muscular y la fuerza aplicada. Adaptado de (Mas, 2015).

Nivel de actuación

En función de la puntuación final obtenida mediante el método, se establece el nivel de actuación requerido, permitiendo determinar si la actividad evaluada es aceptable o si requiere intervenciones de rediseño, ya sea a mediano o corto plazo. Esta clasificación se presenta en la **Tabla 76** y tiene como finalidad orientar la implementación de medidas destinadas a la reducción de los riesgos ergonómicos.

Tabla 76

Niveles de actuación del método RULA según la puntuación final

Nivel	Puntuación	Actuación
1	1 – 2	La postura aceptable
2	3 - 4	Pueden requerirse cambios en la tarea; es necesario profundizar en el estudio
3	5 - 6	Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación
4	7	Se requiere cambios urgentes en el puesto o tarea

Nota. La tabla presenta la clasificación de los niveles de actuación del método RULA en función de la puntuación final obtenida, proporcionando criterios para la toma de decisiones en la gestión del riesgo ergonómico. Adaptado de (Mas, 2015).

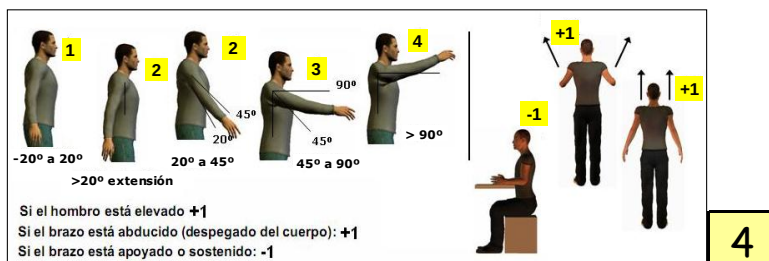
ANEXO C. Evaluación Rula campo.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

Montaje de bobina en el Trípode.

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

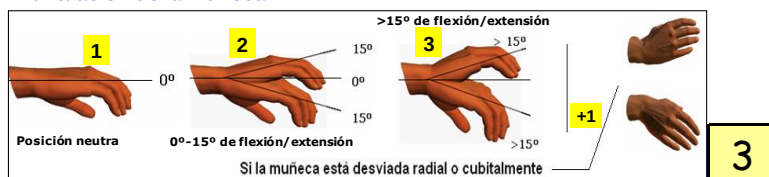
Puntuación del brazo:



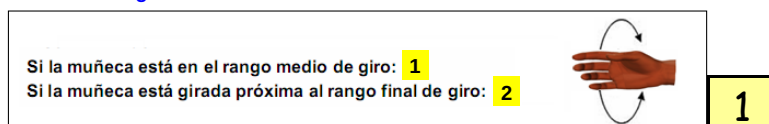
Puntuación del antebrazo:



Puntuación de la muñeca:



Puntuación giro de muñeca:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

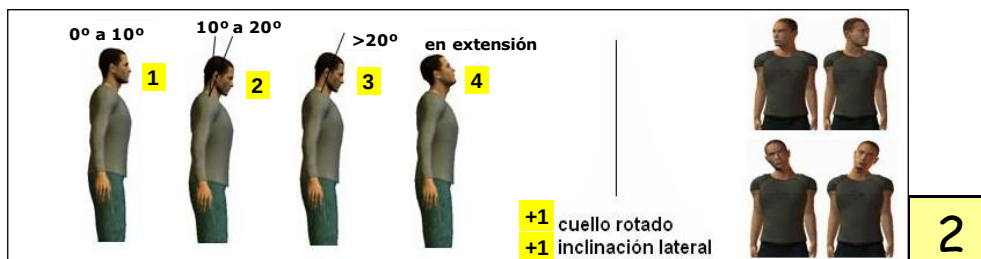
Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

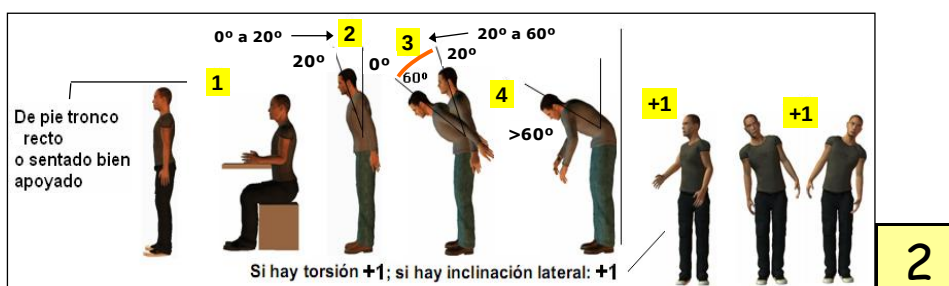
No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

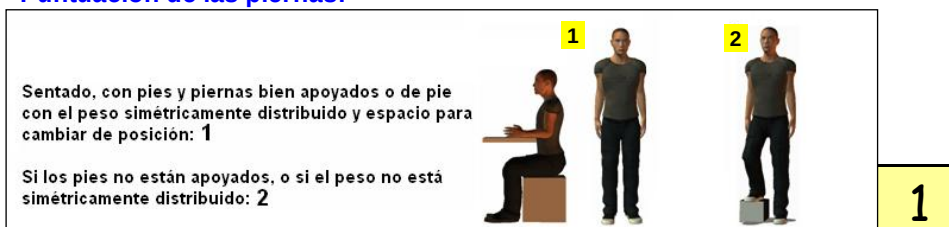
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

0

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	2
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	3

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	3

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 7

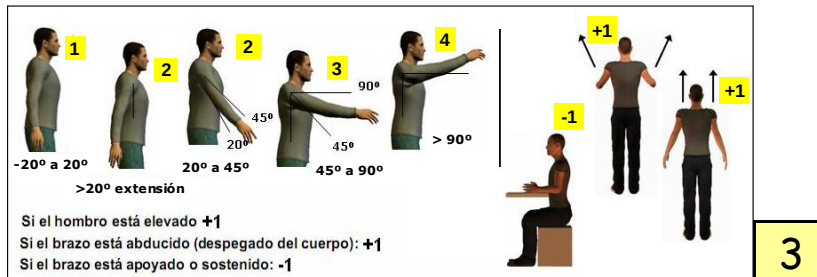
Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾: 4

Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

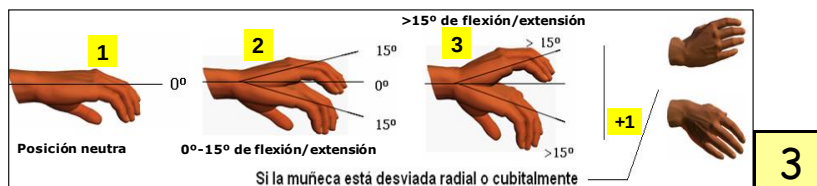
Puntuación del brazo:



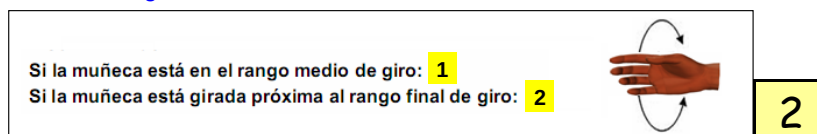
Puntuación del antebrazo:



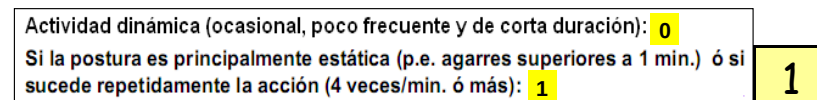
Puntuación de la muñeca:



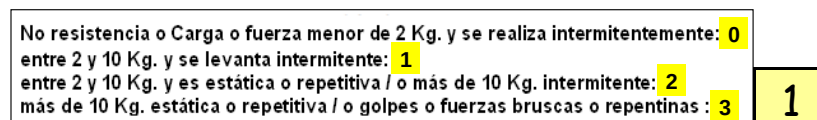
Puntuación giro de muñeca:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

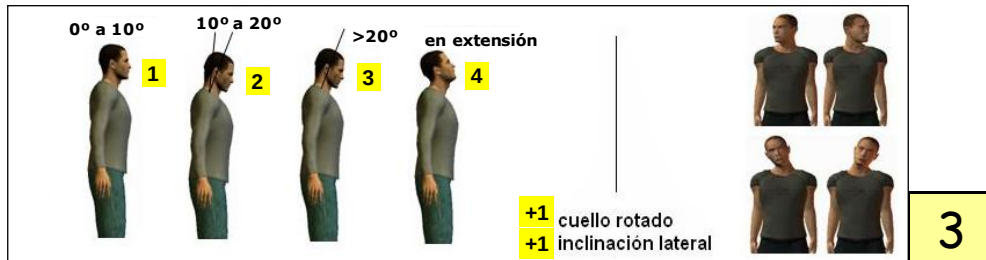


Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

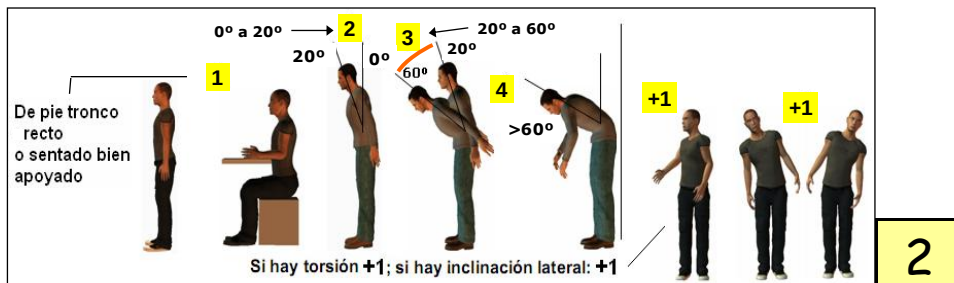


B. Análisis de cuello, tronco y pierna

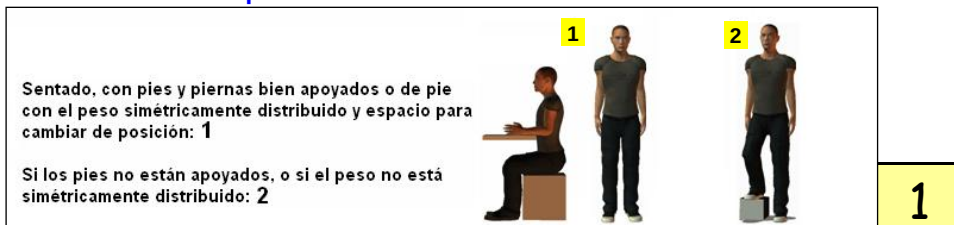
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración):	0
Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más):	1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente:	0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente:	1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente:	2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas:	3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	1

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	1

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA⁽¹⁻⁷⁾: **6**

Nivel de riesgo⁽¹⁻⁴⁾ : **3**

Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Inspección mecánica de la coraza de cable.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

-20° a 20°
>20° extensión
20° a 45°
45° a 90°
90°
> 90°

Si el hombro está elevado +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

+1
-1
+1

3

Puntuación del antebrazo:

>100°
100°
60°
0° a 60°

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

+1
-1

2

Puntuación de la muñeca:

>15° de flexión/extensión
15°
0°
15°
0°-15° de flexión/extensión

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

+1
-1

4

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1
Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2

1
2

1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

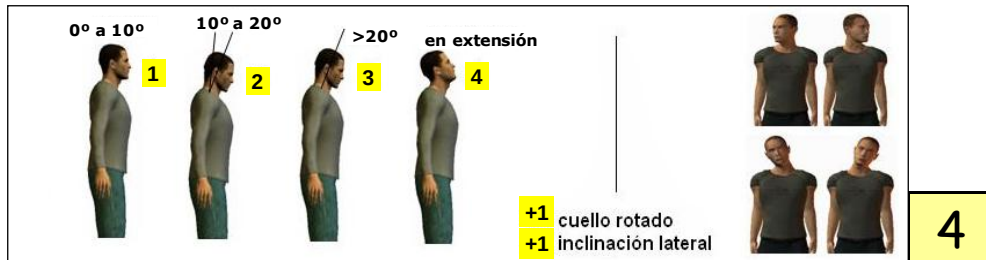
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : 3

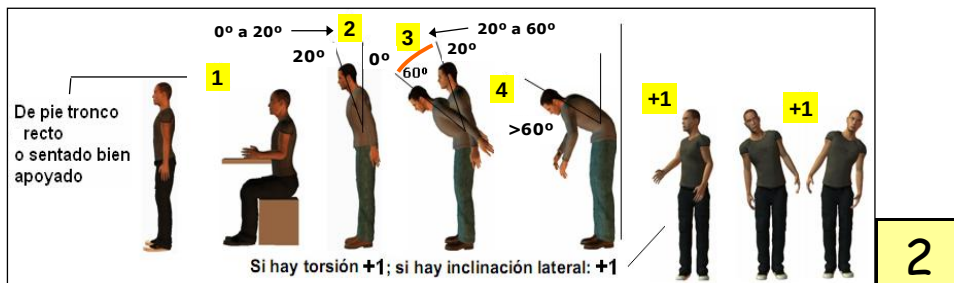
1

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

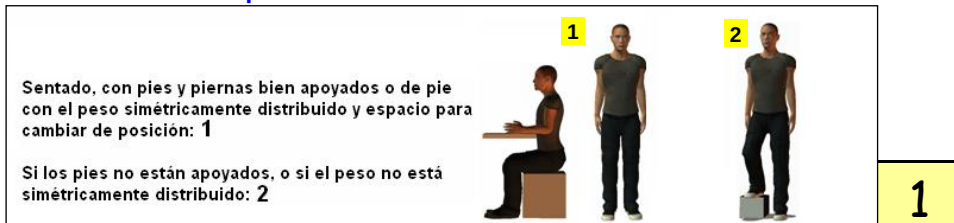
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración):	0
Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más):	1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente:	0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente:	1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente:	2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas:	3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	2
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	4
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	1

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	1

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 7

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾: 4

Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

Inspección de capilares y cable

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

Si el hombro está elevado **+1**
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): **+1**
 Si el brazo está apoyado o sostenido: **-1**

3

Puntuación del antebrazo:

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo **+1**

1

Puntuación de la muñeca:

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente **+1**

3

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**

1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

1

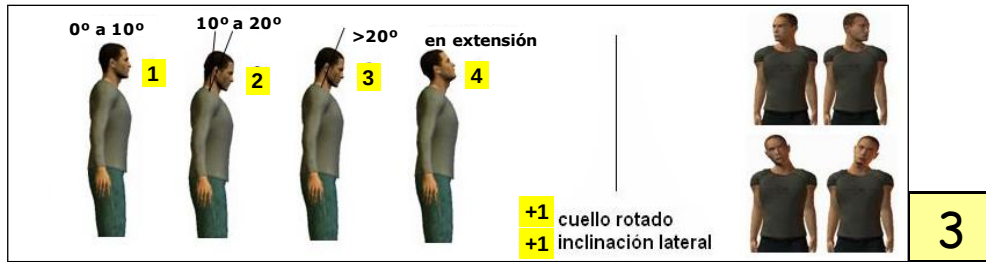
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: **3**

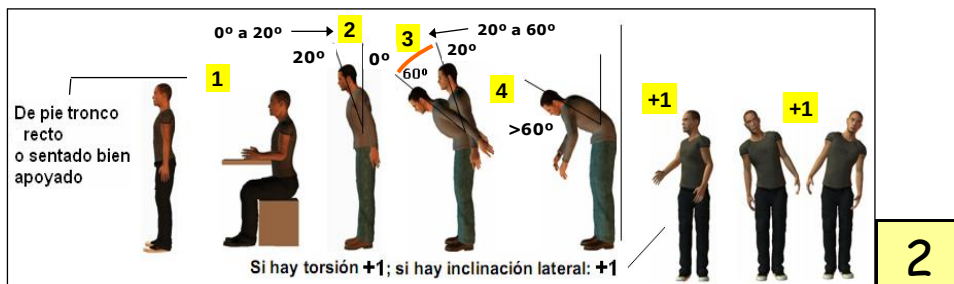
0

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

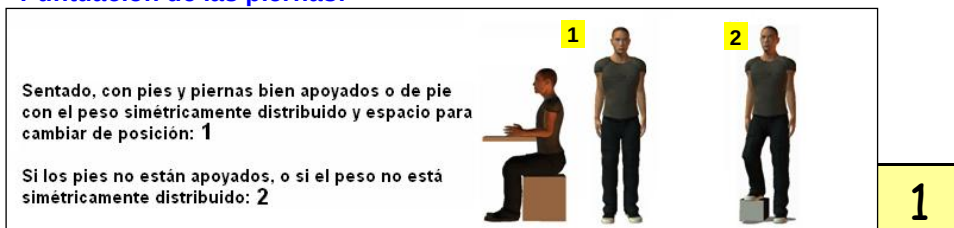
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 5

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾: 3

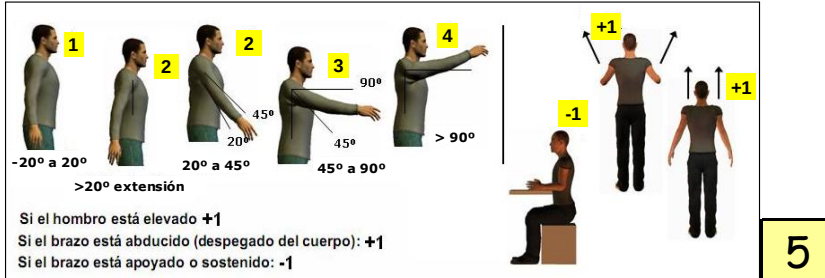
Actuación: Es necesario realizar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.

Retorno de cable a la bobina y reparando.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:



Si el hombro está elevado +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

Puntuación del antebrazo:



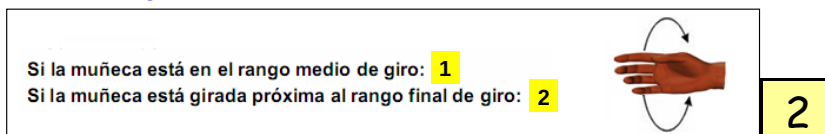
Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

Puntuación de la muñeca:



Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

Puntuación giro de muñeca:



Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1
Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

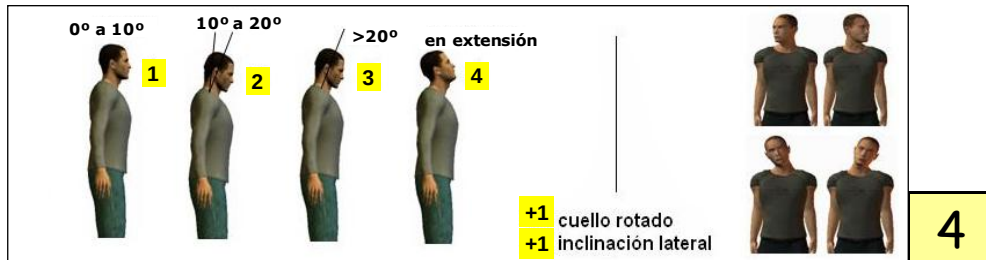
Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

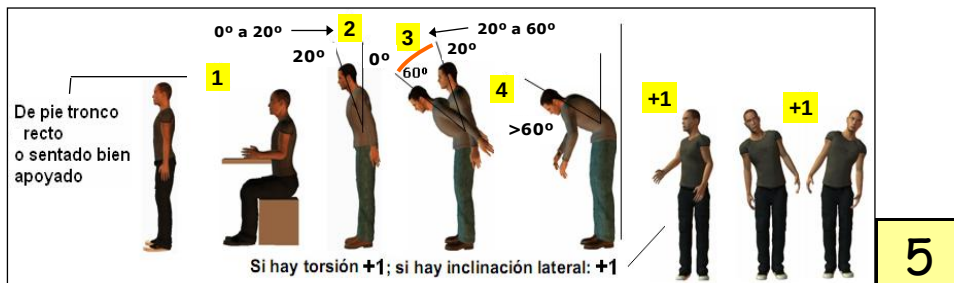
No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

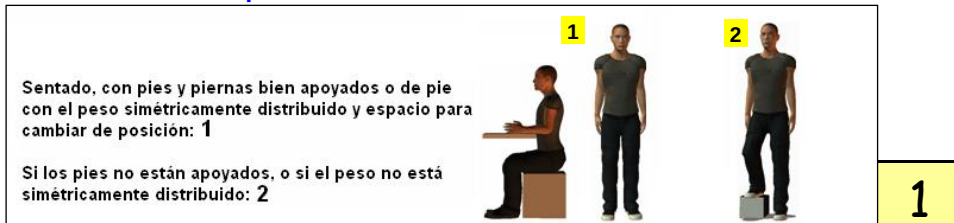
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración):	0
Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más):	1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente:	0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente:	1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente:	2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas:	3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	5
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	3
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	4
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	2
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	5
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 7

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾ : 4

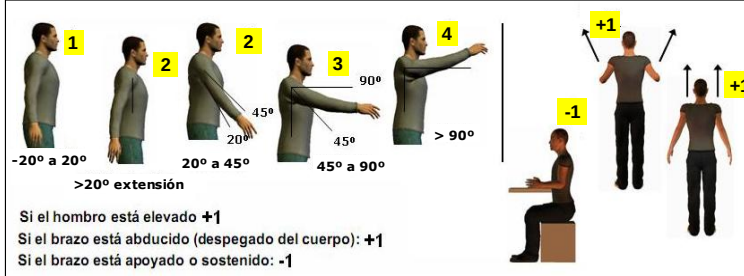
Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

Parámetros Finales

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:



-20° a 20° 20° a 45° 45° a 90° >90°

>20° extensión

Si el hombro está elevado +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

4

Puntuación del antebrazo:



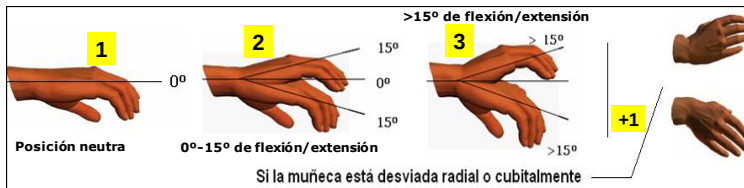
>100° 100° 60° 0° a 60°

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

+1

2

Puntuación de la muñeca:



>15° de flexión/extensión >15° >15°

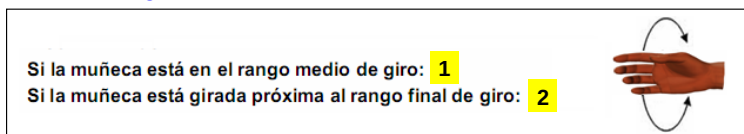
Posición neutra 0°-15° de flexión/extensión

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

+1

3

Puntuación giro de muñeca:



Si la muñeca está en el rango medio de giro: 1
Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2

1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

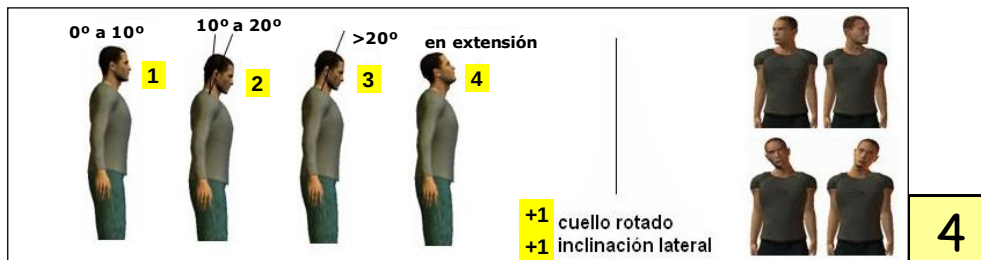
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

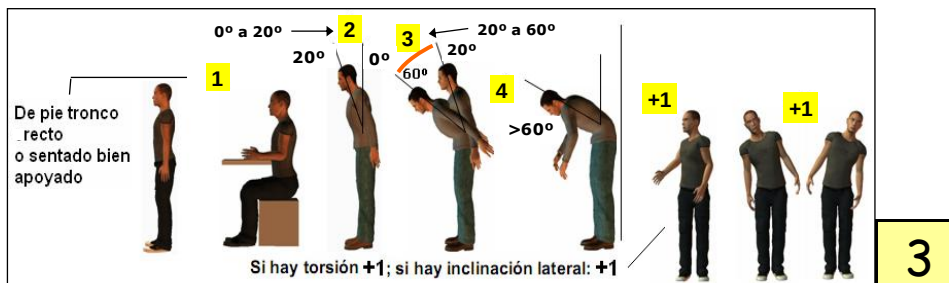
0

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

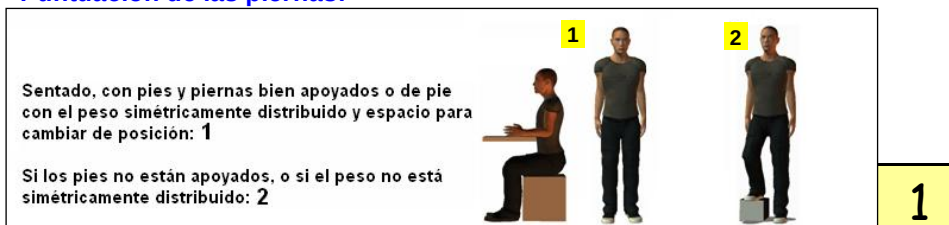
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	2
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA⁽¹⁻⁷⁾: 7

Nivel de riesgo⁽¹⁻⁴⁾: 4

Actuación: **Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.**

Desmontaje de bobina.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

Si el hombro está elevado **+1**
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): **+1**
 Si el brazo está apoyado o sostenido: **-1**

Puntuación del antebrazo:

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo **+1**

Puntuación de la muñeca:

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente **+1**

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

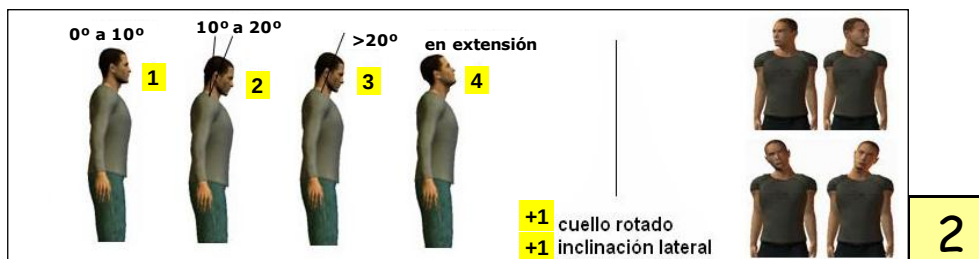
Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

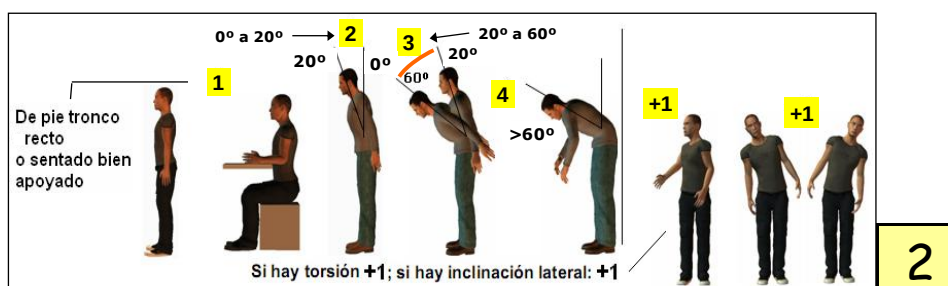
No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: **3**

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

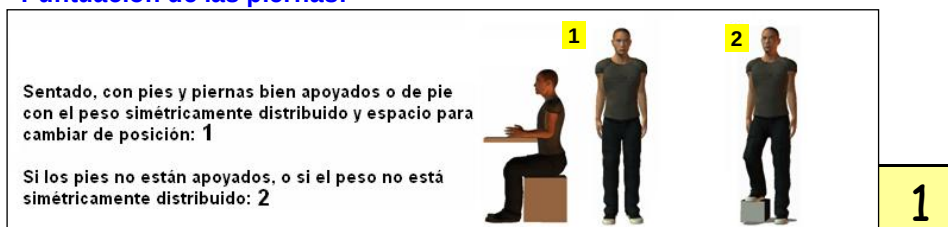
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

0

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	4
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	2
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	3

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	3

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 7

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾: 4

Actuación: Se requieren análisis y cambios de manera inmediata.

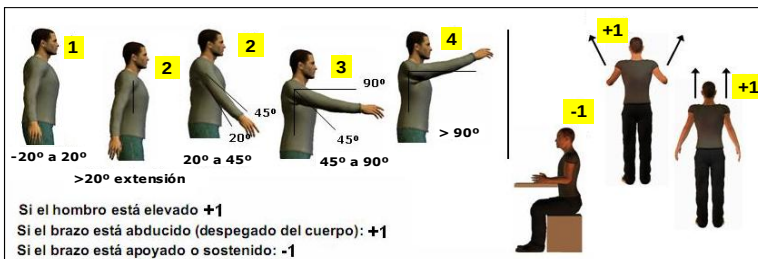
ANEXO D. Reevaluación de RULA Campo.

Montaje de bobina en el Trípode.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:



Si el hombro está elevado: +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

1

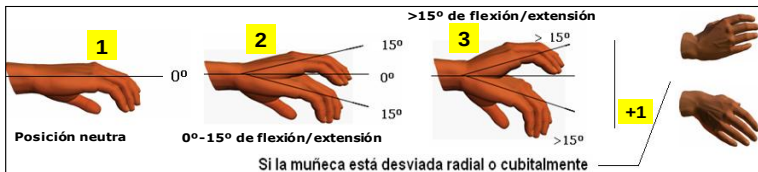
Puntuación del antebrazo:



Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

1

Puntuación de la muñeca:

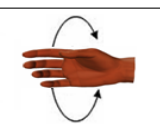


Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

1

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**



1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

0

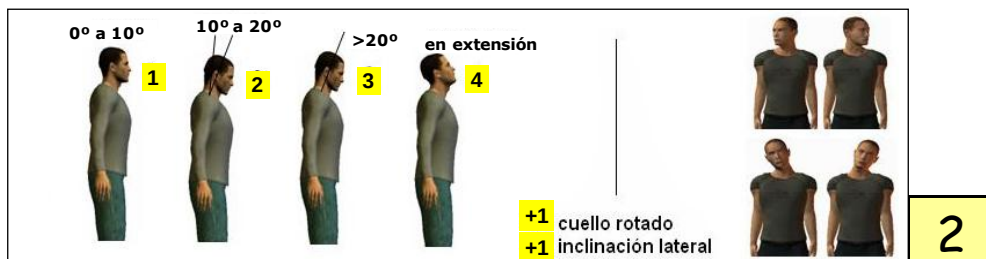
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: **3**

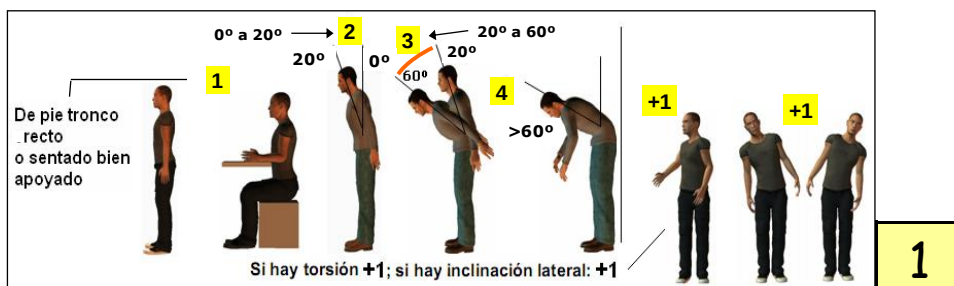
0

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

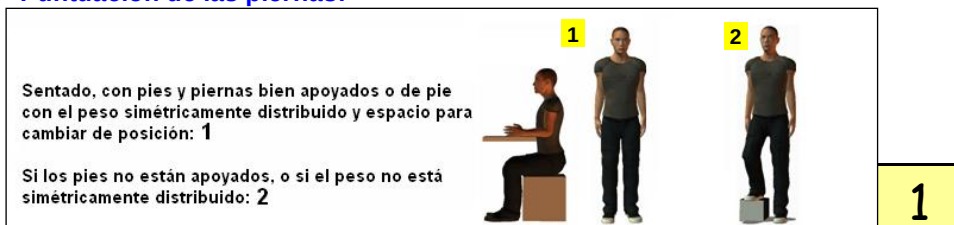
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

0

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	1
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA⁽¹⁻⁷⁾: 2

Nivel de riesgo⁽¹⁻⁴⁾ : 1

Actuación: Postura aceptable si no se repite o se mantiene durante largos periodos de tiempo.

Inspección mecánica de la coraza de cable.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

1 -20° a 20°
2 20° a 45°
3 45° a 90°
4 > 90°

Si el hombro está elevado **+1**
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): **+1**
 Si el brazo está apoyado o sostenido: **-1**

Puntuación del antebrazo:

1 0° a 60°
2 60° a 100°
3 > 100°

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo **+1**

Puntuación de la muñeca:

1 Posición neutra
2 0°-15° de flexión/extensión
3 >15° de flexión/extensión

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente **+1**

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

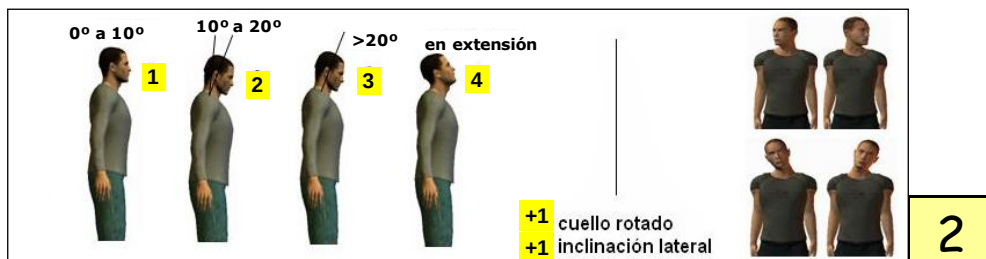
Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

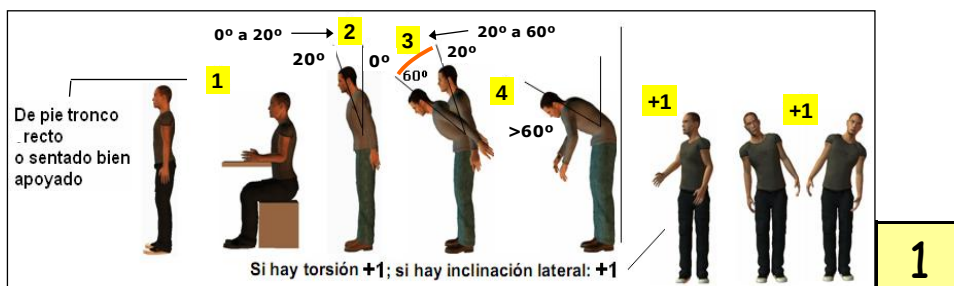
No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas : **3**

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

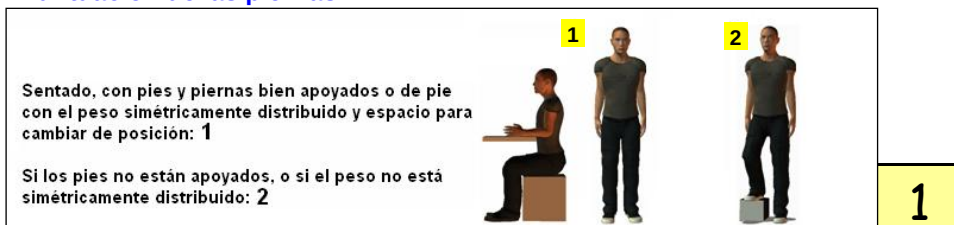
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

0

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	1
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 2

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾ : 1

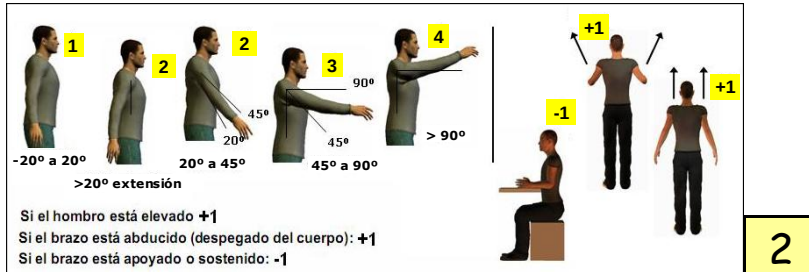
Actuación: Postura aceptable si no se repite o se mantiene durante largos periodos de tiempo.

Inspección mecánica de la coraza de cable.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

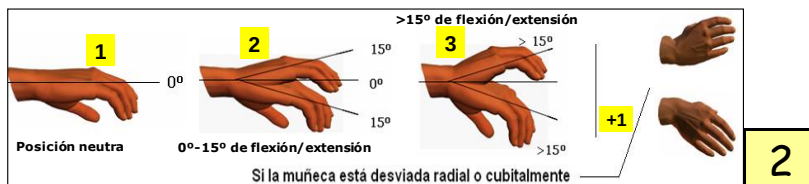
Puntuación del brazo:



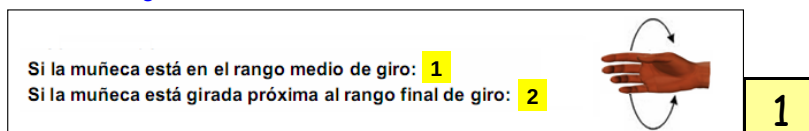
Puntuación del antebrazo:



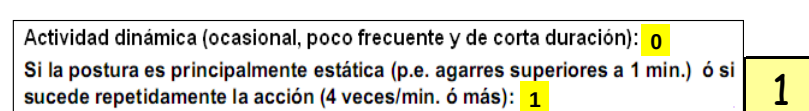
Puntuación de la muñeca:



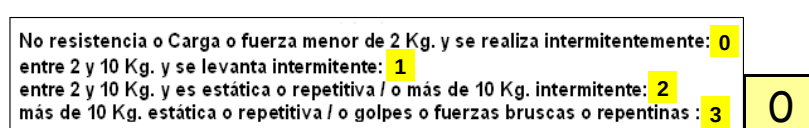
Puntuación giro de muñeca:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

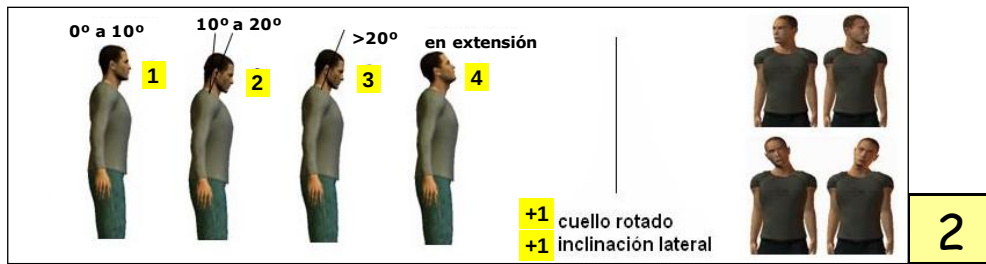


Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

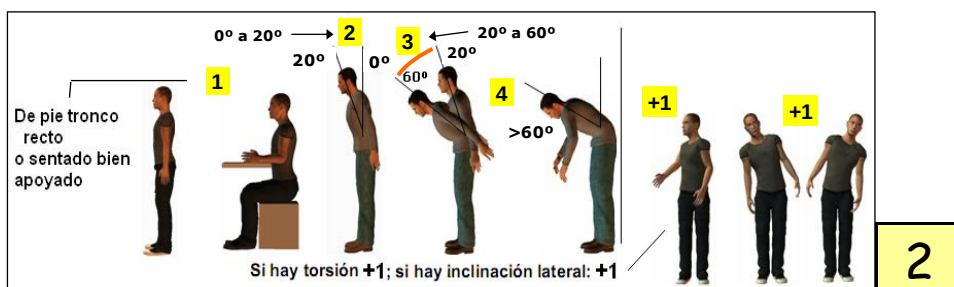


B. Análisis de cuello, tronco y pierna

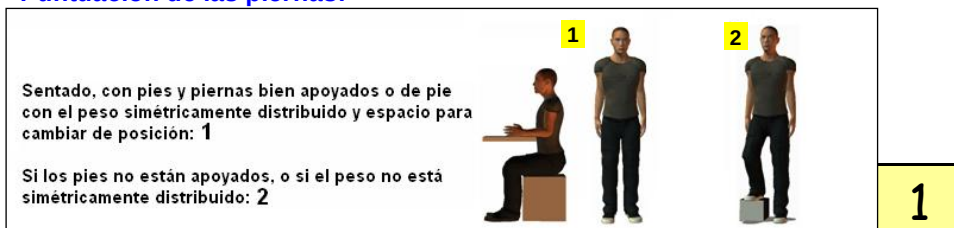
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	2
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 3

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾: 2

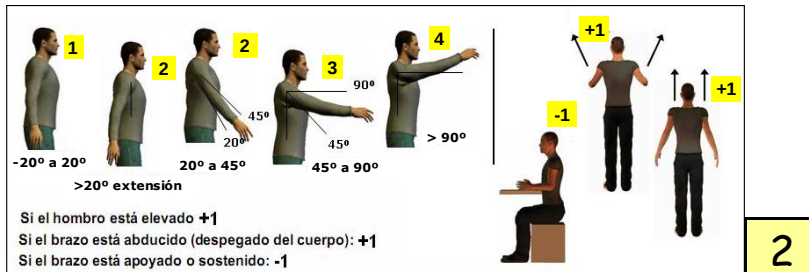
Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.

Inspección de capilares y cable

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

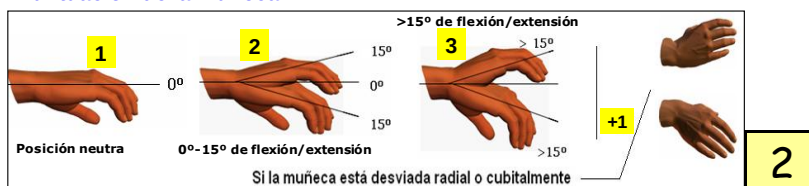
Puntuación del brazo:



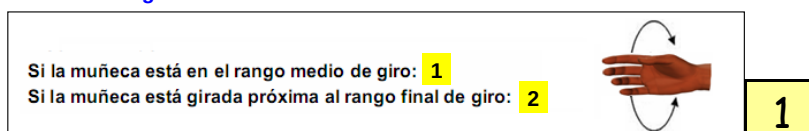
Puntuación del antebrazo:



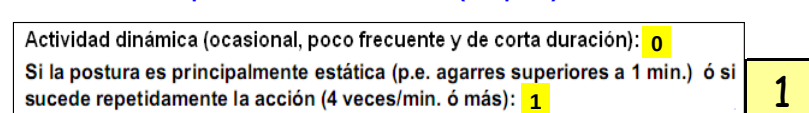
Puntuación de la muñeca:



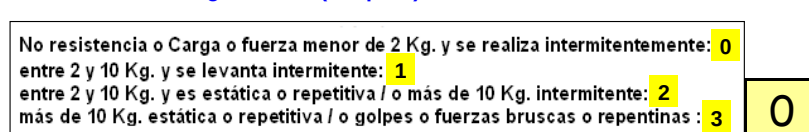
Puntuación giro de muñeca:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

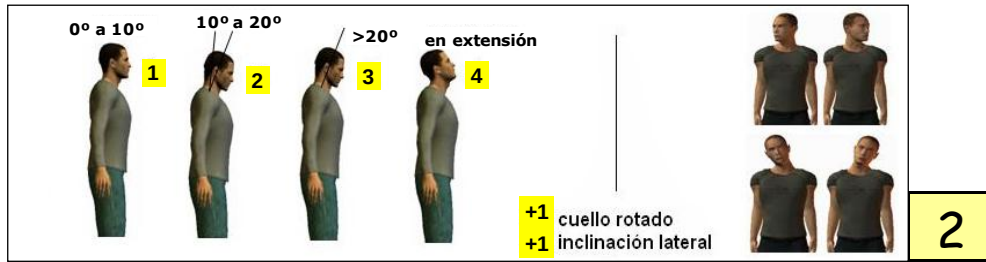


Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

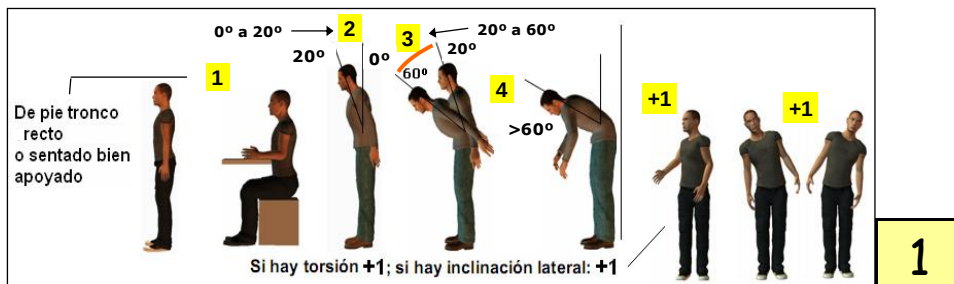


B. Análisis de cuello, tronco y pierna

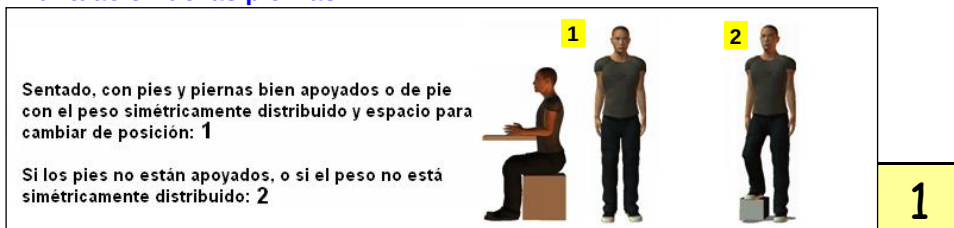
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	2
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 3

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾ : 2

Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.

Retorno de cable a la bobina y reparando.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

Si el hombro está elevado **+1**
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): **+1**
 Si el brazo está apoyado o sostenido: **-1**

2

Puntuación del antebrazo:

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

1

Puntuación de la muñeca:

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

3

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**

1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

1

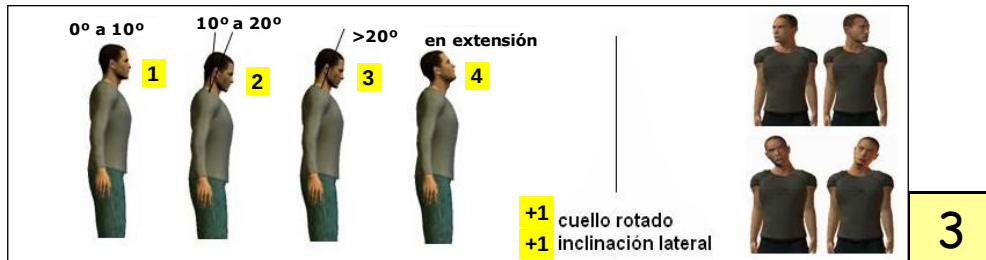
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: **3**

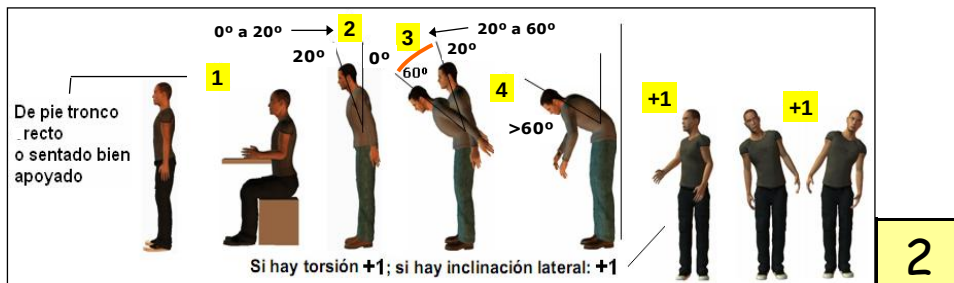
0

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

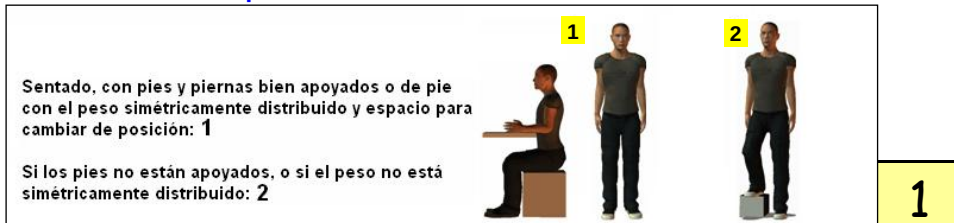
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración):	0
Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más):	1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente:	0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente:	1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente:	2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas:	3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	3
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	3
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 4

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾ : 2

Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.

Parámetros Finales

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

-20° a 20°
 >20° extensión
 20° a 45°
 45° a 90°
 90°
 >90°

Si el hombro está elevado **+1**
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): **+1**
 Si el brazo está apoyado o sostenido: **-1**

2

Puntuación del antebrazo:

>100°
 100°
 60°
 0° a 60°
 0°

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

+1

1

Puntuación de la muñeca:

Posición neutra
 0°
 0°-15° de flexión/extensión
 >15° de flexión/extensión
 15°
 0°
 15°
 >15°

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

+1

2

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está en el rango medio de giro: **1**
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: **2**

1

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): **0**
 Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): **1**

1

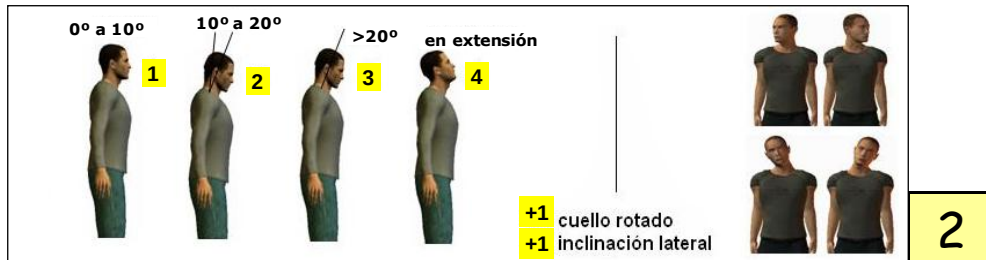
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: **0**
 entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: **1**
 entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: **2**
 más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: **3**

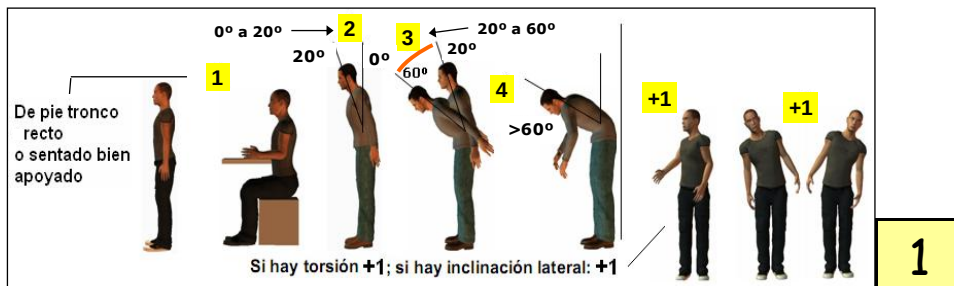
0

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

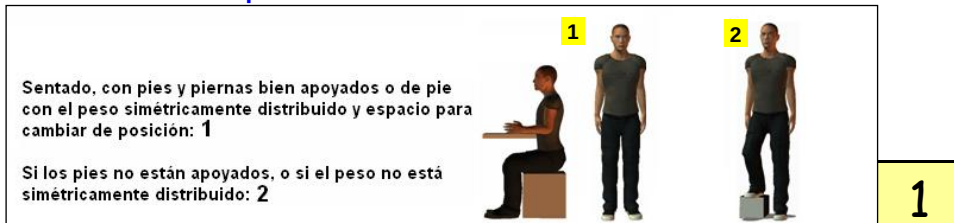
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración):	0
Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más):	1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente:	0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente:	1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente:	2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas:	3

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	2
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	1
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA ⁽¹⁻⁷⁾: 3

Nivel de riesgo ⁽¹⁻⁴⁾ : 2

Actuación: Se requiere una evaluación más detallada y, posiblemente, algunos cambios.

Desmontaje de bobina.

MÉTODO R.U.L.A (HOJA DE DATOS):

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

Puntuación del brazo:

Si el hombro está elevado +1
Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

Puntuación del antebrazo:

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

Puntuación de la muñeca:

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente

Puntuación giro de muñeca:

Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: 2

Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A):

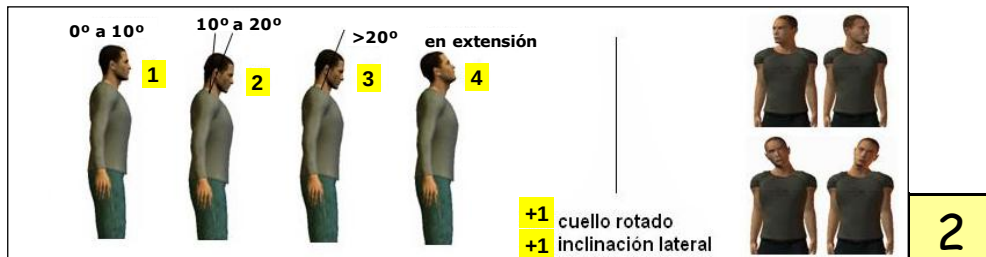
Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0
Si la postura es principalmente estática (p.e. agarres superiores a 1 min.) ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

Puntuación de carga / fuerza (Grupo A):

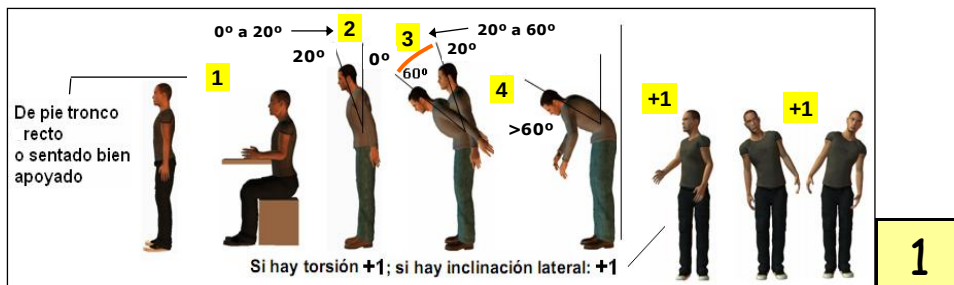
No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0
entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1
entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2
más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

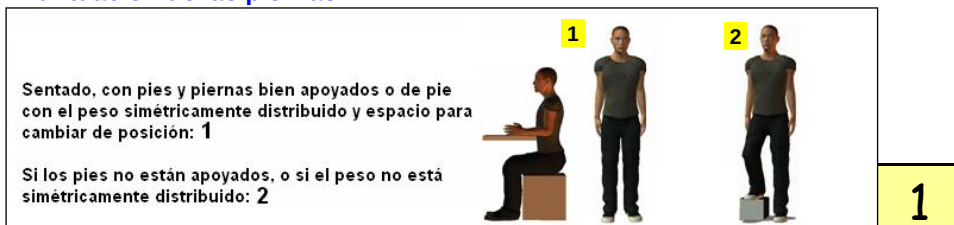
Puntuación del cuello:



Puntuación del tronco:



Puntuación de las piernas:



Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B):

Actividad dinámica (ocasional, poco frecuente y de corta duración): 0

Si la postura es principalmente estática ó si sucede repetidamente la acción (4 veces/min. ó más): 1

0

Puntuación de carga / fuerza (Grupo B):

No resistencia o Carga o fuerza menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente: 0

entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente: 1

entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva / o más de 10 Kg. intermitente: 2

más de 10 Kg. estática o repetitiva / o golpes o fuerzas bruscas o repentinas: 3

0

RESUMEN DE DATOS:

Grupo A: análisis de brazo, antebrazo y muñeca:

Puntuación del brazo ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación del antebrazo ⁽¹⁻³⁾ :	1
Puntuación de la muñeca ⁽¹⁻⁴⁾ :	1
Puntuación giro de muñeca ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo A) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo A) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

Grupo B: análisis de cuello, tronco y piernas:

Puntuación del cuello ⁽¹⁻⁶⁾ :	2
Puntuación del tronco ⁽¹⁻⁶⁾ :	1
Puntuación de piernas ⁽¹⁻²⁾ :	1
Puntuación del tipo de actividad muscular (Grupo B) ⁽⁰⁻¹⁾ :	0
Puntuación de carga / fuerza (Grupo B) ⁽⁰⁻³⁾ :	0

NIVELES DE RIESGO Y ACTUACIÓN:

Puntuación final RULA⁽¹⁻⁷⁾: 2

Nivel de riesgo⁽¹⁻⁴⁾ : 1

Actuación: Postura aceptable si no se repite o se mantiene durante largos periodos de tiempo.